ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUIN 1923.

PRÉSIDENCE DE M. ALBIN HALLER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDROGÉOLOGIE. — *Les bassins artésiens de l'Australie.* Note (¹) de M. **Édouard Imbeaux.**

Le régime pluviométrique de l'Australie est très défavorable. Cela tient à ce que les vents (ils sont ici sous la dépendance de l'alizé austral du Sud-Est, mais avec certaines alternances résultant des saisons, en sorte que l'été, par suite de l'échauffement du centre du continent, ils ont une direction centripète, tandis que l'hiver ils sont centrifuges), lorsqu'ils viennent de la mer, épuisent très vite leur humidité sur des chaînes bordières et deviennent desséchants pour l'intérieur : celui-ci, privé d'eau, est un grand désert (*the dead heart of Australia*).

Seule, une bande étroite le long de la côte Est reçoit 1^m ou un peu plus de pluie annuelle. Concentriquement à elle, une autre bande reçoit de $0^m,750$ à 1^m, ainsi que l'angle sud-ouest autour de Perth; une nouvelle bande concentrique, assez étroite, reçoit de $0^m,750$ à $0^m,500$, et tout le reste du continent est semi-aride ou aride, plus de moitié de sa surface totale (qui est de 7 695 726^{km^2}, en y comprenant la Tasmanie) recevant moins de $0^m,250$ de pluie annuelle.

Il résulte de là, ainsi que de l'élévation relativement faible des montagnes (les Alpes australiennes ne dépassent pas 2241^m, et il n'y a que quelques névés), que le réseau fluvial est peu développé et pauvrement alimenté. En dehors du fleuve Murray et de son affluent le Darling, il n'y a que les

(¹) Séance du 28 mai 1923.

nombreux petits cours d'eau allant à la mer, ou les tronçons innombrables



de rivières (¹) (ce ne sont souvent que des successions de mares) se

(¹) La plus importante de ces rivières paraît être le Cooper's Creek, qui se jette dans le lac Eyre-Nord.

perdant dans les sables ou dans les lacs intérieurs : l'évaporation de plus en plus intense vers le centre désertique passe de $1^m,20$ à Sidney à 3^m ou 4^m (comme au Sahara) et achève de dessécher les thalwegs.

L'impuissance des eaux de surface à satisfaire aux besoins de l'homme et de la culture ne rend que plus importantes la recherche et l'utilisation des eaux souterraines. Aussi le Gouvernement australien se préoccupe-t-il de la question et a-t-il nommé une Commission fédérale des Eaux artésiennes (*Interstate Conference on artesian Water*), qui s'est réunie pour la troisième fois en septembre 1921 à Adelaïde ([1]) et a publié un rapport fort intéressant ([2]) faisant connaître la situation actuelle.

La carte ci-contre fait voir l'emplacement et l'étendue des *bassins artésiens*, c'est-à-dire où l'eau est rencontrée sous pression : dans une bonne partie de ces surfaces (partout où le sol est à un niveau assez bas), l'eau jaillit (*zones de jaillissement*). On a pu déjà établir les limites de la zone de jaillissement dans une très grande partie (Est) du Grand Bassin, ainsi que les *courbes isopotentielles*, c'est-à-dire d'égal niveau piézométrique, tel qu'était ce niveau à la date du 30 juin 1920 (en pieds au-dessus de la mer). On est beaucoup moins avancé pour la plupart des autres bassins.

Tableau des principaux bassins artésiens de l'Australie.

Désignation des bassins.	États où ils sont situés.	Surfaces approximatives (en milles carrés).
Grand Bassin Australien ([3])....	Queensland (Centre et W).....	350150
	New South Wales (NW).......	79200
	South Australia (NE) ([4]).......	108300
	Northern Territory (SE).......	20500
Bassin du Murray River.......	New South Wales (SW).......	51350
	Victoria (NW) ([5])...........	38500
	South Australia (SE)..........	28362

([1]) Les deux premières réunions avaient eu lieu en 1905 et 1914.

([2]) Ce rapport m'a été gracieusement adressé par M. le colonel Longley, jadis chef du Service des Eaux de l'armée américaine en France, et actuellement chef du Service hydrologique au *Department of Health* de l'Australie.

([3]) Le Grand Bassin aurait ainsi une surface totale de 558150 milles carrés (1445050^{km^2}), soit près de trois fois la France.

([4]) Il y a aussi dans l'État de South Australia les petits bassins artésiens de Port Pirie (654 milles carrés), Willochra Valley (382 m. c.) et Cowell (704 m. c.) : l'eau de ce dernier est tellement minéralisée que le bassin n'est, pour ainsi dire, pas utilisable.

([5]) Dans l'État de Victoria, on trouve aussi deux petits bassins, l'un dit de Melbourne (350 m. c.), l'autre de Stratford Sale (850 m. c.).

Tableau des principaux bassins artésiens de l'Australie (suite).

Désignation des bassins.	États où ils sont situés.	Surfaces approximatives (en milles carrés).
Bassin des plaines d'Adélaïde..	South Australia (SE)..........	955
Bassin d'Eucla ([1])............	South Australia (SW)..........	17767
	Western Australia (SE).......	56730
Bassin de la plaine côtière.....	Western Australia (SW)......	11400
Bassin du Nord-Ouest.........	» (W).........	42900
Bassin du Désert.............	» (N).........	143700
Bassin du Golfe..............	Western Australia (NE).......	3510
	Northern Territory (NW)......	1800

Les conditions géologiques, qui produisent l'artésianisme, ne sont pas encore bien connues partout; mais pour le Grand Bassin on voit nettement que la nappe aquifère est contenue dans les sables siliceux du Jurassique supérieur, reposant sur les schistes jurassiques inférieurs et affleurant à l'Est et au Sud du bassin pour plonger vers le centre [où se trouve par suite une vaste cuvette ([2])]. Les sables jurassiques sont recouverts par les schistes bleus (d'origine marine), avec minces lits de calcaire intercalés, du Crétacé inférieur : au-dessus de ceux-ci viennent les schistes lignitifères (*lignitic series* ou *Winton beds*) d'eau douce, et ensuite par longues étendues le grès du désert (Crétacé supérieur), et les sables et graviers entremêlés de bancs argileux des terrains récents. Aux eaux qui s'infiltrent par les affleurements (*intake beds*) perméables, s'ajoutent des eaux profondes d'origine plutonique ou plutôt fossile (*eaux juvéniles*), qui remontent par les *cassures ascendantes* et les failles : Gregory avait même pensé que cette origine des eaux artésiennes était de beaucoup la plus importante, mais Richert ([3]) me paraît avoir répondu victorieusement à ses arguments en défendant la théorie de l'infiltration.

Le premier puits artésien en Australie date de 1888 (à Blackall). En 1904, il y en avait 973 dans le Queensland, 101 dans le New South Wales et 38 dans South Australia. En 1914, on en relève 3000 dans toute l'Australie. Enfin le compte rendu de 1921 que j'analyse relève :

([1]) L'eau de ce bassin est souvent trop minéralisée pour être utilisable, et il n'y aurait que 4777 milles carrés (soit un quart) d'utilisables dans l'État de South Australia.

([2]) Pour la partie Nord du Grand Bassin, l'eau souterraine s'écoulerait sous la mer (on voit les courbes isopotentielles s'abaisser vers le golfe de Carpentaria).

([3]) *The subterranean Waters of Australia*, par Gust. Richert (de Stockholm), 1917.

Dans le Queensland, 3874 forages, dont 1254 jaillissants, 1528 où l'on pompe, et les autres en construction (ou abandonnés);

Dans le New South Wales, 552 forages, dont 381 jaillissants, 123 où l'on pompe et 48 sans eau.

Il faut remarquer dans les forages la décroissance du débit et de la pression avec le temps, décroissance qui va elle-même en diminuant, comme si les choses tendraient vers un nouvel équilibre. Ainsi dans le Grand Bassin, on peut admettre que sur le nombre des puits qui ont primitivement jailli, 11 pour 100 ont cessé de jaillir; dans le New South Wales, de 1903 à 1908, le débit des 331 puits jaillissants se réduisait de 5,5 pour 100 par année, tandis que de 1914 à 1921 la réduction n'a plus été que de 3,18 pour 100 annuellement.

La température de l'eau dépend naturellement de la profondeur d'où elle vient; mais on trouve de grandes différences. Ainsi, dans le Queensland, l'augmentation de température de 1° (Fahr.) pour l'eau des forages profonds correspond à des profondeurs qui vont de 104 pieds à 283 pieds $\frac{1}{3}$. Le trouble provient sans doute de ce qu'un forage capte souvent des eaux de différents niveaux ou qu'il en reçoit des proportions très variables par les failles et cassures.

L'eau est souvent tellement minéralisée qu'on ne peut l'utiliser ni pour le bétail, ni pour l'irrigation. La limite pour le bétail serait 1,5 once par gallon, soit 9^{g},36 par litre (des moutons auraient même pu vivre quelques mois avec 3 onces par gallon). On a à peu près délimité les parties des bassins artésiens où l'eau est trop minéralisée : il y aurait intérêt, comme l'a conseillé Richert, tant pour augmenter le débit que pour diminuer la teneur en sels, à faire infiltrer de l'eau de surface, généralement plus douce, dans les nappes profondes.

Enfin la puissance corrosive de l'eau est aussi à considérer, puisque d'elle dépend la conservation des tubages des forages et celle des conduites d'amenée et de distribution. On sait que c'est surtout l'acide carbonique libre qui est la cause de la corrosion : aussi en certaines régions a-t-on étudié la teneur de l'eau en CO^2 et établi des courbes d'égale teneur (de 7 à 1 grain de CO^2 par gallon dans la zone corrosive au nord-ouest de Richmond) [1]. Cette étude du CO^2 libre dans les eaux est à recommander partout, notamment là où des eaux trop douces font craindre l'attaque des

---

(1) La teneur en CO^2 va en décroissant vers l'Ouest, c'est-à-dire en s'éloignant des affleurements.

tuyaux de plomb qui produirait le saturnisme. Dans le Grand Bassin, on a dès lors déterminé d'après l'expérience les zones où la corrosion est à craindre (*corrosive area*).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique générale, en remplacement de M. *E. Bouty*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 61,

M. J. Perrin	obtient	. . . .	27 suffrages
M. Ch. Fabry	»	. . . .	22 »
M. A. Cotton	»	. . . .	10 »
M. H. Abraham	»	. . . .	1 suffrage
M. A. Leduc	»	. . . .	1 »

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 61,

M. J. Perrin	obtient	. . . .	32 suffrages
M. Ch. Fabry	»	. . . .	29 »

M. **Jean Perrin**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° E. Barré. *Exposé général du principe de relativité et des théories d'Einstein*. (Présenté par M. M. d'Ocagne.)

2° *Production et condensation de la vapeur*, par E. Sauvage. (Présenté par M. L. Lecornu.)

3° H. Ollivier. *Cours de physique générale*. Tome III : *Mouvements vibratoires. Acoustique. Optique physique. Ondes électromagnétiques. Electro-optique. Effets optiques du mouvement*, 2e édition.

4° T. J. J. See. *Electrodynamic wave-theory of physical forces*. Volume II : *New theory of the Æther*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations algébriques de genre un ou zéro.* Note de M. Paul Montel.

1. Soit

$$f(x, y) = 0 \tag{1}$$

une relation algébrique de genre p et (a_0, b_0) un point ordinaire de la surface de Riemann correspondante. Supposons que les fonctions de la variable complexe z, définies par les éléments

$$x = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots \qquad (a_1 \neq 0),$$
$$y = b_0 + b_1 z + b_2 z^2 + \ldots$$

soient méromorphes et vérifient la relation (1) lorsque z est à l'intérieur d'un cercle (C) de centre $z = 0$ et de rayon R.

M. Picard a démontré que, lorsque p est supérieur à *un*, il existe un nombre R_0, ne dépendant que de a_0 et de a_1, tel que, si $R > R_0$, l'une au moins des fonctions x et y cesse d'être méromorphe dans le cercle (C) [1].

Si $p = 1$, on sait que l'on peut choisir, pour x et y, des fonctions méromorphes dans le plan sauf à l'infini; si $p = 0$, on peut choisir des fonctions méromorphes dans le plan tout entier, c'est-à-dire des fonctions rationnelles. Dans le cas des genres zéro et un, il sera nécessaire, afin de limiter R, de tenir compte de valeurs exceptionnelles.

Nous dirons que le point (a, b) de la courbe (1) est un point exceptionnel pour le couple de fonctions x, y, s'il n'existe pas, dans le cercle (C) de valeur z pour laquelle $x(z) = a$, $y(z) = b$. Lorsque $p = 1$, nous utiliserons un seul point exceptionnel; pour $p = 0$, nous en utiliserons trois.

2. Si la relation (1) est de genre *un*, on peut énoncer les propositions suivantes :

Il existe un nombre R_0, ne dépendant que de a_0 et de a_1, tel que, si $R > R_0$, les fonctions x et y cessent d'être toutes deux méromorphes ou prennent les valeurs (a, b) dans le cercle (C).

Si l'on se donne un entier fixe h : *il existe un nombre R_h, ne dépendant que*

---

(1) *Comptes rendus*, t. 154, 15 janvier 1912; *Sur les systèmes de deux fonctions uniformes d'une variable liées par une relation algébrique* (*Bulletin de la Soc. math. de France*, t. 40, 1912, p. 201-205); *Sur les couples de fonctions uniformes d'une variable correspondant aux points d'une courbe algébrique de genre supérieur à l'unité* (*Rendiconti del Circ. Math. di Palermo*, t. 33, 1912).

de a_0 et de a_1, tel que, si $R > R_h$, *les fonctions x et y cessent d'être toutes deux méromorphes ou prennent plus de h fois les valeurs* (a, b) *dans le cercle* (C).

En particulier, faisons l'hypothèse que $x(z)$ ne prenne jamais une valeur fixe que l'on peut toujours supposer être la valeur infinie. Dans ces conditions : *il existe un nombre* R'_0, *ne dépendant que de a_0 et de a_1, tel que $x(z)$ cesse d'être holomorphe dans le cercle* (C) *de rayon* $R > R'_0$; *il existe un nombre* R'_h, *ne dépendant que de a_0 et de a_1, tel que $x(z)$ ait plus de h pôles dans le cercle* (C) *de rayon* $R > R'_h$.

Voici une autre application : supposons la fonction $x(z)$ holomorphe dans le cercle (C) et telle que les ordres de multiplicité des zéros de $x - a$, $x - a'$, $x - a''$ soient respectivement divisibles par trois entiers r, r', r'' dont les inverses ont une somme égale à l'unité; a, a', a'' désignent trois nombres fixes. Il existe alors un nombre R''_0, ne dépendant que de a_0 et de a_1, tel que, lorsque $R > R''_0$, la fonction $x(z)$ cesse d'être holomorphe ou de remplir les conditions énoncées dans le cercle (C) [1].

3. Supposons que la relation (1) soit de genre zéro : il faut alors introduire trois points exceptionnels (a, b), (a', b'), (a'', b'').

Il existe un nombre R_0, *ne dépendant que de a_0 et de a_1, tel que, si* $R > R_0$, *les fonctions x et y cessent d'être toutes deux méromorphes dans le cercle* (C) *ou prennent dans ce cercle l'un des couples de valeurs* (a, b), (a', b'), (a'', b'').

Il existe un nombre R_h, *ne dépendant que de* $a_0, a_1, \ldots, a_{2h+1}$, *tel que si* $R > R_h$, *les fonctions x et y cessent d'être toutes deux méromorphes dans le cercle* (C) *ou prennent dans ce cercle plus de h fois l'un au moins des couples de valeurs* (a, b), (a', b'), (a'', b'').

Lorsque la relation (1) est du premier degré en y, nous retombons sur le théorème de M. Landau.

4. Considérons une suite infinie de couples (x_n, y_n) de fonctions de z, méromorphes dans le cercle (C), vérifiant la relation (1) et convergeant en une infinité de points complètement intérieurs à ce cercle (c'est-à-dire ayant au moins un point limite à l'intérieur du cercle).

Lorsque $p > 1$, la suite converge uniformément dans tout domaine complètement intérieur à (C), comme l'a montré M. Picard [2].

---

(1) Le cas où la somme des inverses des entiers r, r', r'' est inférieure à l'unité a fait l'objet de recherches antérieures. Cf. Carathéodory et Landau, *Beiträge zur Konvergenz von Funktionenfolgen* (*Sitzungsberichte der K. Pr. Akademie der Wissenschaften*, 1911, p. 587-613). — P. Montel, *Sur les familles normales de fonctions analytiques* (*Annales sc. de l'Éc. Norm. supérieure*, 3e série, t. 33, 1916, p. 223-302).

(2) *Loc. cit.*

Lorsque $p = 1$, ce résultat subsiste lorsque les couples (x_n, y_n) admettent un point exceptionnel.

Lorsque $p = 0$, ce résultat subsiste lorsque les couples (x_n, y_n) admettent trois points exceptionnels.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes de deux variables indépendantes définies par l'inversion d'un système algébrique aux différentielles totales du quatrième ordre.* Note de M. **René Garnier**.

1. Nous traiterons d'abord le problème énoncé dans notre Note du 14 mai en supposant actuellement que F *est une surface elliptique de genre* 0. Il faut commencer par construire *du* et *dv*; or cette construction même repose sur notre théorème I d'après lequel les lignes singulières Γ de *du* et *dv* sont de genre 1 au plus : il faut donc d'abord définir analytiquement les courbes Γ.

2. Or, rappelons que F possède actuellement un faisceau linéaire de courbes elliptiques K de même module et un faisceau elliptique de courbes C de genre $\varpi \geqq 1$, coupant les K en n points; à ce faisceau est attachée une intégrale de Picard de première espèce, U. Quatre hypothèses sont possibles suivant les propriétés algébriques et arithmétiques de F.

a). Le genre ϖ des courbes C est > 1 : Γ doit être une courbe K.

b). On a $\varpi = 1$: Γ doit être une courbe K ou une courbe C. F coïncide alors avec une des sept surfaces construites par MM. Bagnera et de Franchis, et étudiées aussi par MM. Enriques et Severi. Ces auteurs ont découvert les surfaces précédentes au cours de leurs belles recherches sur les surfaces hyperelliptiques générales; *nous les avons retrouvées en partant uniquement des propriétés qui viennent d'être rappelées;* au préalable nous avons établi pour les surfaces à déterminant n *quelconque* une représentation qui nous paraît être la généralisation la plus simple de celle qui a été donnée par M. Enriques pour n premier; cette extension nous était d'ailleurs nécessaire pour le problème actuel.

c). On a $\varpi = 1$, C et K possèdent une transformée elliptique commune.

d). Mêmes hypothèses que pour *c*; de plus, C et K admettent la multiplication complexe.

Dans les cas *b*), *c*), *d*), x, y, z s'expriment rationnellement en $p(\mathrm{U} \mid \omega, \omega')$, $p'\mathrm{U}$, $p_1\mathrm{V} = p(\mathrm{V} \mid \omega_1, \omega'_1)$ et $p'_1\mathrm{V}$ (V constant sur K). Dans tous les cas, on a sur Γ $a\mathrm{U} + b = \text{const.}$; pour *b*) on a $ab = 0$; pour *c*) on peut prendre $\omega_1 = m\omega$, $\omega'_1 = n\omega'$ (m, n premiers entre eux), et a et b

sont deux entiers premiers entre eux; pour d), a et b sont des entiers d'un corps quadratique imaginaire.

3. Les courbes Γ une fois représentées, *la construction de du exige la formation d'une intégrale de Picard de troisième espèce* f, *ayant pour courbes polaires* Γ *et des courbes* C et K; et comme l'invariant ρ de F est égal à 2, ce problème est toujours possible. Indiquons la construction de f, pour la surface I de MM. Bagnera et de Franchis, et dans le cas c). Soient σ, σ_3 et $p\mathrm{U}$ des fonctions elliptiques de périodes ω et $2\omega'$; on prendra

$$x = \frac{\sigma_3 \mathrm{U}}{\sigma \mathrm{U}} p'_1 \mathrm{V}, \qquad y = p'\mathrm{U}, \qquad z = p_1 \mathrm{V} \qquad [\text{avec } p_1 \mathrm{V} \equiv p(\mathrm{V} \mid m\omega, n\omega')];$$

F admet donc la transformation $(\mathrm{U}, \mathrm{V} \mid \mathrm{U} + \omega, -\mathrm{V})$. Soient γ le p. g. c. d. de a et m, et δ celui de a et n; on posera $f = \mathrm{Log}\,\Phi$ avec

$$\Phi(\mathrm{U}, \mathrm{V}) \equiv \frac{\sigma(a\mathrm{U} + b\mathrm{V} + c)\,\sigma(a\mathrm{U} - b\mathrm{V} + a\omega + c)\,\sigma(b\mathrm{V} - \delta\omega')\,\sigma(b\mathrm{V} + a\omega + \delta\omega')}{\sigma(a\mathrm{U} + c)\,\sigma(a\mathrm{U} + a\omega + c)\,\sigma^4 b\mathrm{V}},$$

la fonction σt figurant dans Φ étant $\sigma(t \mid \gamma\omega, \gamma\omega')$; Φ est rationnelle en x, y, z, ses seules lignes de zéros ou de pôles sont Γ et des courbes C ou K.

4. Cela posé, on peut écrire, par exemple,

$$du = \mathrm{WZH}(\mathrm{A}\,d\mathrm{U} + \mathrm{B}\,d\mathrm{V})$$

avec

$$\mathrm{Log}\,\mathrm{W} = \alpha\mathrm{U} + \int \varphi(\mathrm{U})\,d\mathrm{U}, \qquad \mathrm{Z} = \prod_{l=1}^{\mathrm{M}} (p_1\mathrm{V} - c_l)^{k_l}, \qquad \mathrm{H} = \prod_{j=1}^{\mathrm{N}} \Phi_j^{h_j}(\mathrm{U}, \mathrm{V}),$$

A et B étant des polynomes en $p_1\mathrm{V}$, $p'_1\mathrm{V}$ dont les coefficients (comme φ) sont elliptiques en U, aux périodes 2ω, $2\omega'$. Comme pour le cylindre elliptique, on *réduit* d'abord du et dv; et, si Log W et l'expression analogue pour dv ne sont pas des combinaisons logarithmiques, *il n'existe qu'une seule forme de système différentiel possible*, qui convient d'ailleurs aux quatre cas a), b), c), d), et où se reflète le caractère abélien de l'équation algébrique qui détermine les n points (C, K). Dans l'hypothèse contraire, le cas a) est inadmissible; x, y et z s'expriment au moyen de la substitution à U et à V de l'une des combinaisons

$$h\,\mathrm{Log}(\mathrm{A}u + \mathrm{B}) \text{ et } \mathrm{C}v + \mathrm{D}, \qquad \text{ou} \qquad \mathrm{A}u + \mathrm{B} \text{ et } \mathrm{C}v + \mathrm{D}$$

(h, constante convenablement choisie; A, B, C, D, constantes arbitraires).

5. Il reste à traiter le cas où F est *régulière*. Or, d'après une importante proposition de M. Severi, toute intégrale de Picard attachée à F se réduit

à une combinaison algébrico-logarithmique [1]; et d'après notre théorème I, les résidus de toute courbe logarithmique des exposants de *du* et *dv* doivent être rationnels. Dès lors, *on peut former une transformation rationnelle qui ramène le problème actuel à un problème du deuxième ordre* [2], A_2 (pour une transformée rationnelle de F). On en déduit que F est une surface rationnelle ou l'une des trois surfaces de genre 0 et de bigenre 1 obtenues par MM. Bagnera et de Franchis, ou enfin une surface à plurigenres tous égaux à 1 et représentant une involution cyclique d'ordres 2, 3, 4, 6 ou 8 sur une surface de Picard; x, y, z se ramènent aux fonctions ϑ d'une ou de deux variables.

6. Terminons en indiquant brièvement les résultats que nous avons obtenus dans le cas où *les exposants* I *et* J *de du et dv contiennent des différentielles de Picard de deuxième espèce : c'est le cas le plus général possible;* et contrairement à ce qui a lieu pour le problème B_1 à une variable, *cette circonstance peut se présenter effectivement*, comme le montrent des exemples très simples. Or nous avons réussi à établir que *les cinq théorèmes généraux de notre Note du* 28 *mai continuent à rester valables :* en particulier, on a $p_g \leq 1$ et le théorème de M. Picard se trouve ainsi établi sans restriction d'aucune sorte. De plus, pour $p_g = 1$, *du* et *dv* ne sauraient présenter aucune singularité essentielle en x, y, z : *les systèmes que nous avons indiqués pour* $p_g = 1$ *restent donc les seuls admissibles lorsqu'on ne fait aucune hypothèse sur du et dv.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommabilité de Cesàro pour la série double de Fourier.* Note [3] de M. **Charles N. Moore**, présentée par M. Henri Lebesgue.

Le développement d'une fonction de deux variables en série double de Fourier peut s'écrire de la façon suivante :

$$\sum_{1,1}^{\infty,\infty} \frac{1}{2^{E\left(\frac{1}{m}\right)+E\left(\frac{1}{n}\right)}\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(\theta, \varphi)\cos[(m-1)(\theta-x)]\cos[(n-1)(\varphi-y)]\,d\theta\,d\varphi,$$

---

(1) Voir aussi pour une autre démonstration de ce théorème le Mémoire de M. E. Picard : *Sur la nature algébrico-logarithmique des intégrales de différentielles totales relatives aux surfaces algébriques régulières* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. 33, 1916).

(2) Voir *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1364.

(3) Séance du 4 juin 1923.

où $E(z)$ représente le plus grand entier qui ne surpasse pas z. Quoique la série simple de Fourier a été étudiée à fond, on connaît relativement peu la série double. Quant aux faits déjà connus, quelques-uns des résultats sont tout à fait analogues à ceux qu'on a trouvés pour la série simple; d'autres présentent des traits nouveaux qu'on ne pourrait guère anticiper avant des recherches.

Dans le domaine particulier de la sommabilité de la série double, les recherches antérieures ont démontré que la série se comporte aux points de continuité de la fonction à peu près de la même façon que la série simple. Aux points de discontinuité qui se trouvent sur une ligne ou sur une courbe de discontinuité, telle que la fonction tende vers une limite définie quand nous nous approchons du point d'un côté ou de l'autre de la ligne ou de la courbe, les résultats montrent des complications qui ne se rencontrent pas dans l'étude de la série simple [1].

Alors si nous considérons des fonctions qui n'ont ni des points de continuité ni des points de discontinuité du type que nous venons de caractériser, mais qui ont quand même une intégrale au sens de M. Lebesgue et conséquemment un développement en série de Fourier, on a le droit de se demander si le résultat fondamental de M. Lebesgue à l'égard de la série simple de Fourier subsiste, c'est-à-dire si le développement est sommable (C 1) presque partout et a la valeur de la fonction.

Néanmoins, j'ai démontré que c'est le cas, et ce résultat peut s'expliquer de la façon suivante. C'est aux points de discontinuité où il y a un saut brusque, que la série double montre les complications dont nous avons parlé antérieurement. Il y aura au plus un ensemble de mesure nulle de tels points, et alors la série double peut se comporter *en général* d'une façon analogue à celle de la série simple.

Puisque existe l'analogue du théorème de M. Lebesgue pour le cas de la série double, on est naturellement conduit à supposer l'existence du théorème correspondant à celui de M. G. Hardy, où l'indice *un* de sommabilité est remplacé par un indice ρ qui est un nombre positif quelconque. J'ai vérifié l'exactitude de cette supposition en démontrant que la série double de Fourier correspondant à une fonction intégrable (L), est sommable (C, ρ, δ), ρ et δ étant deux nombres positifs quelconques, presque partout, et a la valeur de la fonction développée. En particulier, la série sera som-

[1] Voir *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 126; aussi *Math. Annalen*, t. 74, 1913, p. 555.

mable (C, ρ, δ) en chaque point de continuité de la fonction développée. Ce cas spécial de notre théorème est une généralisation des résultats antérieurs relatifs à la sommabilité de la série double aux points de continuité. Car nous avons réussi à abaisser les indices de sommabilité et à généraliser les conditions relatives à la fonction développée.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Le problème général de la statistique discontinue*. Note de M. **Louis Bachelier**, présentée par M. d'Ocagne.

Les problèmes relatifs à la statistique discontinue peuvent être résolus d'une façon générale par les formules que j'ai fait connaître dans mes études antérieures [1].

Par exemple, les formules de Bienaymé, de Dormoy et de Lexis peuvent être généralisées comme tout autre procédé conduisant à un criterium pour la stabilité des séries statistiques.

On peut d'abord résoudre le problème suivant : A chaque épreuve, n événements, $A_1, A_2, \ldots, A_n$ peuvent se produire et s'excluent mutuellement de telle façon, qu'à chaque épreuve, il s'en produit un et un seul. On a fait un très grand nombre μ d'épreuves et il s'agit de reconnaître si les probabilités de ces événements ont été constantes pendant le cours de ces épreuves.

On divise les μ épreuves en σ groupes de $s = \frac{\mu}{\sigma}$ épreuves, s et σ étant de grands nombres. Si les événements $A_1, A_2, \ldots, A_n$ se sont produits respectivement chacun $m_1, m_2, \ldots, m_n$ fois dans les μ épreuves, les probabilités observées de ces événements sont $p_1 = \frac{m_1}{\mu}$, $p_2 = \frac{m_2}{\mu}$, $\ldots$, $p_n = \frac{m_n}{\mu}$. La constance étant supposée, on peut considérer ces valeurs comme exactes.

La probabilité pour que, dans le premier groupe de s épreuves, l'événement A_1 se soit produit $(sp_1 + x_1)$ fois; l'événement A_2, $(sp_2 + x_2)$ fois, ...; l'événement A_n, $(sp_n + x_n)$ fois, ou encore, la probabilité pour que les écarts soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ $(x_1 + x_2 + \ldots + x_n = 0)$ est donnée par la formule du n° 398 de mon *Traité du calcul des probabilités*, cette probabilité est

$$\frac{e^{-\frac{1}{2s}\left[\frac{x_1^2}{p_1}+\frac{x_2^2}{p_2}+\ldots+\frac{x_{n-1}^2}{p_{n-1}}+\frac{x_n^2}{p_n}\right]}}{(\sqrt{2\pi})^{n-1}\, s^{\frac{n-1}{2}}\sqrt{p_1 p_2 \ldots p_{n-1} p_n}}\, dx_1\, dx_2 \ldots dx_{n-1}.$$

[1] Insérées notamment dans les *Comptes rendus* en 1908 et 1913.

Cette probabilité est la même pour tous les systèmes de valeurs de x_1, $x_2, \ldots, x_n$ pour lesquels

$$(1) \qquad \frac{x_1^2}{p_1} + \frac{x_2^2}{p_2} + \ldots + \frac{x_{n-1}^2}{p_{n-1}} + \frac{x_n^2}{p_n} = u,$$

u étant une constante. Si l'on considère u comme une variable, sa valeur moyenne, $M(u)$, est

$$M(u) = \frac{M(x_1^2)}{p_1} + \ldots + \frac{M(x_n^2)}{p_n} = \frac{s\,p_1(1-p_1)}{p_1} + \ldots + \frac{s\,p_n(1-p_n)}{p_n} = s(n-1).$$

Faisant la somme de toutes les égalités analogues pour les σ groupes, on obtient

$$\frac{\Sigma M(x_1^2)}{p_1} + \ldots + \frac{\Sigma M(x_n^2)}{p_n} = s\sigma(n-1) = \mu(n-1).$$

De cette égalité résulte la règle pratique suivante pour reconnaître la constance d'ensemble des probabilités, c'est-à-dire la stabilité de la série statistique. On calcule, d'après les nombres obtenus, les probabilités p_1, $p_2, \ldots, p_n$; on en déduit les écarts $x_1, x_2, \ldots, x_n$ relatifs au premier groupe de s épreuves; les écarts $x'_1, x'_2, \ldots, x'_n$ relatifs au second groupe de s épreuves, etc. On forme la quantité

$$\frac{\Sigma x_1^2}{p_1} + \frac{\Sigma x_2^2}{p_2} + \ldots + \frac{\Sigma x_n^2}{p_n} \qquad \text{où} \qquad \Sigma x_1^2 = x_1^2 + x_1'^2 + \ldots,$$

et si le rapport de cette somme à $\mu(n-1)$ diffère beaucoup de l'unité, on en conclut que les probabilités ont varié pendant le cours des épreuves.

On peut nommer coefficient de divergence, la quantité Q définie par l'égalité

$$Q^2 = \frac{1}{\mu(n-1)}\left[\frac{\Sigma x_1^2}{p_1} + \frac{\Sigma x_2^2}{p_2} + \ldots + \frac{\Sigma x_{n-1}^2}{p_{n-1}} + \frac{\Sigma x_n^2}{p_n}\right].$$

Si les probabilités sont constantes pendant le cours des μ épreuves, s et σ étant de grands nombres, cette quantité Q est voisine de un. Si donc les observations donnent pour Q une valeur très différente de un, les probabilités ont varié dans le cours des épreuves, mais si Q est voisin de un, il est utile de reconnaître entre quelles limites peut varier cette quantité pour que l'uniformité soit admissible; il faut calculer la probabilité pour que Q^2 soit égal à $1 + \varepsilon$.

La probabilité pour que, dans un groupe de s épreuves, le premier membre de la formule (1) ait une valeur donnée, u est exprimée par la

formule

$$\frac{u^{\frac{n-3}{2}} e^{-\frac{u}{2s}}}{(2s)^{\frac{n-1}{2}} \Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)} du.$$

La probabilité pour que, pour σ groupes analogues de s épreuves ($s\sigma = \mu$), la somme $u_1 + u_2 + \ldots + u_\sigma$ ait une valeur donnée w, est

$$\frac{w^{\frac{(n-1)\sigma-2}{2}} e^{-\frac{w}{2s}}}{(\sqrt{2s})^{(n-1)\sigma} \Gamma\left[\frac{(n-1)\sigma}{2}\right]} dw.$$

Si σ est un grand nombre, cette formule peut être remplacée par la suivante :

$$\frac{e^{-\frac{[w-(n-1)\sigma s]^2}{4(n-1)\sigma s^2}}}{\sqrt{\pi}\sqrt{4(n-1)\sigma s^2}} dw,$$

qui aurait pu être obtenue directement. D'après l'égalité

$$Q^2 = \frac{\Sigma u}{\mu(n-1)} = \frac{w}{\mu(n-1)},$$

la probabilité pour que Q^2 ait pour valeur $(1+\varepsilon)$ est

$$\frac{\sqrt{(n-1)\sigma}}{2\sqrt{\pi}} e^{-\frac{(n-1)\sigma}{4}\varepsilon^2} d\varepsilon.$$

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Solutions simplifiées de problèmes de Laplace sur la probabilité des causes.* Note de M. **Stanislas Millot**, présentée par M. d'Ocagne.

I. Les procédés employés par Laplace, pour résoudre divers problèmes relatifs aux naissances, étaient très laborieux (logarithmes à 12 décimales multipliés par de grands nombres, séries dont il fallait vérifier la convergence, etc.) et, bien que des problèmes du même genre se soient posés journellement à notre époque aux expérimentateurs, les procédés de Laplace sont restés sans utilité pratique.

Après avoir cherché des moyens plus simples pour obtenir un critérium de la valeur probante de certaines expériences, je viens de découvrir que, par une extension élémentaire de mes formules, on peut arriver à cette valeur probante elle-même, que Laplace se proposait de calculer.

II. *Zone de probabilité* a posteriori. — Sans insister sur des détails déjà donnés ([1]), nous dirons que si, en m épreuves, dans chacune desquelles la probabilité inconnue d'arrivée d'un événement A est p, cet événement s'est produit r fois, les nombres m et r caractérisent une *zone de probabilité a posteriori* qui, graphiquement, dans un système de coordonnées rectangulaires t et z, est l'espace compris entre les deux branches de la courbe

$$(1) \qquad z^2(m+2t^2) - 2z(r+t^2) + \frac{r^2}{m} = 0.$$

Pour une valeur particulière de t, l'équation (1) donne deux valeurs limites z_1 et z_2 de p, l'une inférieure, l'autre supérieure à $\frac{r}{m}$, et ces deux valeurs sont également vraisemblables. Il en résulte que, si l'on fait grandir t de t à t', les valeurs nouvelles de z supérieures à $\frac{r}{m}$ auront, comme le groupe de celles inférieures à $\frac{r}{m}$, pour degré total de certitude

$$\frac{1}{2}[\Theta(t') - \Theta(t)].$$

III. *Comparaison d'une zone de probabilité* a posteriori *et d'une probabilité fixe donnée.* — Soit Z une probabilité fixe. La droite $z = Z$ commence à pénétrer dans la zone de probabilité définie par m et r en un point dont l'abscisse T a pour valeur

$$(2) \qquad T = \text{valeur absolue } \frac{mZ - r}{\sqrt{2mZ(1-Z)}}.$$

Quand $Z = \frac{1}{2}$, elle se réduit à

$$(3) \qquad T = \text{valeur absolue } \frac{m - 2r}{\sqrt{2m}}.$$

Mais, quelle que soit la valeur de Z, le degré de certitude P que la probabilité p est, par rapport à Z, *du même côté* que $\frac{r}{m}$, se compose : 1° de $\Theta(T)$ pour toute la partie comprise entre 0 et T ; 2° de la *moitié* de $[1 - \Theta(T)]$, en vertu de la remarque du paragraphe précédent, l'autre moitié allant à des probabilités situées de l'autre côté de Z. C'est donc

$$(4) \qquad P = \Theta(T) + \frac{1}{2}[1 - \Theta(T)] = \frac{1}{2}[1 + \Theta(T)].$$

([1]) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 564 et 1126.

Le degré de certitude du contraire est

$$(1-P)=\frac{1}{2}[1-\Theta(T)]. \tag{5}$$

Exemples d'application des formules (3) *et* (4). — α. Naissances à Paris (26 années) : $m=493\,472$, $r=251\,527$ garçons; nous trouvons $T=9{,}645$, d'où $P=1-(0{,}1)^{44}\times 0{,}1145$, et Laplace donne (¹) $P=1-(0{,}1)^{44}\times 0{,}1146$ (résultat explicité).

β. Paris (40 années) : $m=770\,941$; $r=393\,386$; nous trouvons $P=1-(0{,}1)^{72}\times 0{,}554$ et Laplace (²) $P=1-(0{,}1)^{72}\times 0{,}559$ (résultat explicité).

Dans ces deux cas, $\Theta(T)$ a été calculé à l'aide des quatre premiers termes du développement en série connu.

γ. Naissances à Vitteaux : $m=415$; $r=203$ garçons; nous trouvons, comme Laplace (³) un degré de certitude $P=0{,}67$ que la naissance d'un garçon est moins probable que celle d'une fille.

Exemple d'application des formules (2) *et* (4). — La proportion des naissances à Paris ($m=493\,472$; $r=251\,527$) étant plus faible pour les garçons que dans l'ensemble de la France $\left(Z=\frac{22}{43}\right)$, quel est le degré de certitude que cela est dû à une cause particulière? Nous trouvons $P=0{,}992$ et Laplace $\frac{238}{239}=0{,}996$ (⁴).

IV. *Comparaison de deux zones de probabilité* a posteriori. — Si l'on suppose que la probabilité p a été différente dans deux séries d'épreuves, on compare les zones de probabilité (m, r) et (m', r').

Au point où elles commencent à empiéter l'une sur l'autre, on a

$$Z=\frac{1}{m-m'}\left[(r-r')\pm\left(r\sqrt{\frac{m'}{m}}-r'\sqrt{\frac{m}{m'}}\right)\right]. \tag{6}$$

On doit choisir le signe — dans les exemples de Laplace pour que Z soit intermédiaire entre $\frac{r}{m}$ et $\frac{r'}{m'}$.

On est alors ramené au cas précédent et la solution est donnée par les formules (2) et (4) appliquées à l'une quelconque des zones de probabilité.

(¹) *Œuvres complètes*, t. 10, p. 316 et suiv.

(²) *Ibid.*, t. 7, 2ᵉ Partie, p. 387.

(³) *Ibid.*, t. 7, 2ᵉ Partie, p. 388, et t. 10, p. 319.

(⁴) *Ibid.*, t. 14, p. 165, et t. 7, 1ʳᵉ Partie, p. LII.

La valeur trouvée pour P est le degré de certitude que les probabilités réelles dans les deux séries se classent dans le même ordre que les probabilités apparentes $\frac{r}{m}$ et $\frac{r'}{m'}$.

Si l'on trouve pénible le calcul de la formule (6), on peut choisir arbitrairement une valeur de Z, comprise entre $\frac{r}{m}$ et $\frac{r'}{m'}$, et la comparer aux deux zones. On obtient ainsi deux valeurs de P, entre lesquelles est comprise la valeur réelle de P.

Notre méthode de comparaison avec $\frac{1}{2}$ se justifie ainsi ([1]).

Les formules (6), (2) et (4), appliquées aux problèmes de Laplace, ont montré un désaccord notable :

1° Comparaison entre les naissances de Londres et Paris (40 années) : $P = 0,999394$ au lieu de $P = 0,999997$ (t. 7, 2ᵉ Partie, p. 391).

2° Entre Londres et Paris (26 années) : $P = 0,999556$ au lieu de $P = 0,999998$ (t. 9, p. 466, et t. 10, p. 323).

3° Entre le royaume de Naples et Paris (26 années) : $P = 0,96$ au lieu de $P = 0,99$ (t. 10, p. 325).

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Équilibre de l'électricité sur une surface cylindrique*. Note de M. B. **Hostinský**, présentée par M. Hadamard.

L'équilibre de l'électricité sur une surface qui diffère très peu d'une sphère a été étudié par Poisson; la densité électrique s'exprime, d'après Poisson, au moyen d'une série de fonctions sphériques.

Le même problème fut résolu par Robin, qui donna une expression de la densité électrique sous la forme d'une intégrale double.

Si l'on compare la formule de Robin à celle de Poisson [voir *Œuvres scientifiques de G. Robin : Physique mathématique*, formule (44), à la page 29, et formule (20), à la page 68], on obtient une équation intégro-différentielle dont la solution s'exprime au moyen des fonctions sphériques.

Des circonstances analogues se présentent dans le cas du potentiel logarithmique. L'étude de l'équilibre de l'électricité sur une surface cylindrique indéfinie qui diffère très peu d'un cylindre circulaire conduit à l'équation

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1126.

intégro-différentielle suivante :

$$\text{(1)} \qquad \int_0^{2\pi} \frac{g(\beta) - g(\alpha) + g'(\beta)\sin(\alpha - \beta)}{1 - \cos(\alpha - \beta)}\, d\alpha = h(\beta),$$

où $h(\beta)$ désigne une fonction donnée, périodique avec la période 2π, $g(\alpha)$ une fonction inconnue et $g'(\alpha)$ sa dérivée.

Si l'on pose

$$h(\beta) = \sum_{k=1}^{\infty} (A_k \cos k\beta + B_k \sin k\beta),$$

la solution de l'équation (1) *s'exprime par la série*

$$g(\beta) = a_0 + \frac{1}{2\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} (A_k \cos k\beta + B_k \sin k\beta),$$

a_0 *étant une constante arbitraire.*

Remarquons encore que, si l'on désigne par $F(\alpha, \beta)$ l'expression qui figure sous le signe d'intégration dans le premier membre de (1), on a identiquement

$$\int_0^{2\pi} F(\alpha, \beta)\, d\beta = 0,$$

$g(\beta)$ étant une fonction périodique quelconque avec la période 2π.

Ces propriétés de la fonction $F(\alpha, \beta)$ se rattachent à l'équation de Fredholm dont dépend la solution du problème de Dirichlet et de celui de Neumann. Soient M un point d'une courbe fermée plane (C), N un autre point de la même courbe et NP la normale intérieure au point N. On sait que l'expression

$$\text{(2)} \qquad K(M, N) = \frac{1}{\pi} \frac{\cos(MNP)}{\overline{MN}}$$

figure comme noyau dans l'équation intégrale du problème de Dirichlet à deux dimensions.

Soit (C) un cercle de rayon R décrit autour de l'origine comme centre. Si l'on change ce cercle infiniment peu de sorte qu'il se transforme en une courbe fermée et convexe (C′), le noyau (2) et tous les noyaux itérés varient infiniment peu. Désignons par ε une quantité infiniment petite dont nous ne conserverons, dans les formules suivantes, que la première puissance. Soient

$$x \cos\alpha + y \sin\alpha - R\varepsilon \sum_{k=0}^{\infty} (a_k \cos k\alpha + b_k \sin k\alpha) = 0$$

l'équation de la tangente de la courbe (C′) au point M, et α l'angle de la normale extérieure à M avec l'axe Ox. Si β est l'angle de la normale extérieure en N avec le même axe, on a pour n égal à deux ou plus grand que deux

$$\text{(3)} \qquad K^{(n)}(M, N) = \frac{1}{2\pi R} + \frac{\varepsilon}{2\pi R^2} \sum_{k=0}^{\infty} (k-1)(a_k \cos k\beta + b_k \sin k\beta);$$

le noyau itéré $K^{(n)}$ d'ordre n est déterminé par la formule

$$K^{(n)}(M, N) = \int_0^{2\pi} K^{(n-1)}(M, P) K(P, N) \frac{ds}{d\gamma} \cdot d\gamma,$$

où γ représente l'angle formé par la normale intérieure d'un point P sur (C′) et par l'axe Ox. Les noyaux itérés $K^{(2)}$, $K^{(3)}$,... sont égaux entre eux à des quantités infiniment petites d'ordre supérieur près et ils ne dépendent pas de la position du point M.

Il en suit que l'expression (3) est proportionnelle à la densité électrique sur une surface cylindrique indéfinie dont la courbe (C′) est la section droite.

Les démonstrations des théorèmes précédents se trouvent dans un travail qui est actuellement sous presse (*Équilibre de l'électricité sur une surface cylindrique;* publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk, nº 30).

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Synthèse de la Gravifique.* Note de M. **Th. De Donder**, présentée par M. G. Kœnigs.

1. Nous allons d'abord généraliser les quatre identités de D. Hilbert [1].

Désignons par $\Phi_\alpha (\alpha = 1, \ldots, 4)$ des fonctions covariantes du premier degré, par u^α des fonctions contrevariantes du premier degré, par $g^{\alpha\beta} (\alpha, \beta = 1, \ldots, 4)$ des fonctions contrevariantes du second degré, par p_α^β un tenseur asymétrique, par σ un multiplicateur (au sens de Jacobi et de Poincaré). Soit $\mathfrak{M}$ une fonction des Φ_α, u^α, $g^{\alpha\beta}$, p_α^β et σ, et de leurs dérivées successives par rapport aux variables indépendantes $x_1, \ldots, x_4$. Représentons par $\mathfrak{M}'$ la même fonction des $\Phi'_\alpha, \ldots, \sigma'$, l'accent indiquant la transformée de ces fonctions par suite d'un changement quelconque des variables indépendantes $x_1, \ldots, x_4$ en $x'_1, \ldots, x'_4$. Supposons enfin que $\mathfrak{M}$ soit un

---

(1) *Götting. Nachrichten*, novembre 1915. Voir aussi notre *Gravifique einsteinienne* (*Ann. de l'Obs. R. de Belgique*, ou Gauthier-Villars, 1921), § 7.

multiplicateur, c'est-à-dire qu'on ait

$$\mathfrak{M}' = \mathfrak{M}\,\frac{\partial(x)}{\partial(x')}.$$

Définissons maintenant *les hamiltoniens* (¹) de $\mathfrak{M}$ par les symboles

$$\frac{h\mathfrak{M}}{h\Phi_\alpha} \equiv \frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial\Phi_\alpha} - \sum_i \frac{d}{dx_i}\left(\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial\Phi_{\alpha,i}}\right) + \sum_i\sum_j \frac{d^2}{dx_i\,dx_j}\left(\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial\Phi_{\alpha,ij}}\right)\ldots,$$

$$\frac{h\mathfrak{M}}{du^\alpha} \equiv \frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial u^\alpha} - \sum_i \frac{d}{dx_i}\left(\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial u^{\alpha,i}}\right) + \sum_i\sum_i \frac{d^2}{dx_i\,dx_j}\left(\frac{\partial\mathfrak{M}}{\partial u^{\alpha,ij}}\right)\ldots,$$

. . . . ,

où $\Phi_{\alpha,i}$, par exemple, représente la dérivée de Φ_α par rapport à x_i.

Grâce à la théorie des transformations infinitésimales de S. Lie, nous obtenons *les quatre identités suivantes :*

$$(\mathrm{I})\quad \begin{cases} \displaystyle\sum_i \left[-\Phi_{i,\alpha}\frac{h\mathfrak{M}}{h\Phi_i} + \frac{d}{dx_i}\left(\Phi_\alpha\frac{h\mathfrak{M}}{h\Phi_i}\right)\right] \\ \displaystyle+\sum_i \left[-u^{i,\alpha}\frac{h\mathfrak{M}}{hu^i} - \frac{d}{dx_i}\left(u^i\frac{h\mathfrak{M}}{hu^\alpha}\right)\right] \\ \displaystyle+\sum_i\sum_j \left[-g^{ij,\alpha}\frac{h\mathfrak{M}}{hg^{ij}} - 2\frac{d}{dx_i}\left(g^{ij}\frac{h\mathfrak{M}}{hg^{\alpha j}}\right)\right] \\ \displaystyle+\sum_i\sum_j \left[-p_i^{j,\alpha}\frac{h\mathfrak{M}}{hp_i^j} + \frac{d}{dx_i}\left(p_\alpha^j\frac{h\mathfrak{M}}{hp_i^j} - p_j\frac{h\mathfrak{M}}{hp_j^\alpha}\right)\right] + \sigma\frac{d}{dx_\alpha}\left(\frac{h\mathfrak{M}}{h\sigma}\right) \equiv 0 \\ \qquad (\alpha = 1, \ldots, 4). \end{cases}$$

Si le multiplicateur $\mathfrak{M}$ est identique à l'invariant de courbure de Gauss multiplié par $\sqrt{-g}$, on retrouve les quatre identités de Hilbert (²).

2. Passons à la synthèse de la Gravifique. Bornons-nous d'abord au champ gravifique dû aux ultra-électrons (³) et aux électrons et posons

$$\mathfrak{M} \equiv \mathfrak{M}_1 + \mathfrak{M}_2 + \mathfrak{M}_3,$$

où $\mathfrak{M}_1$ est un multiplicateur qui ne dépend que des $g^{\alpha\beta}$ et de leurs dérivées successives;

(¹) Cette expression a été introduite par A.-S. Eddington [*The mathematical Theory of Relativity* (Cambridge, 1923), p. 137].

(²) A.-S. Eddington a considéré le cas où $\mathfrak{M}$ est un invariant *quelconque* des $g_{\alpha\beta}$ et de leurs dérivées, multiplié par $\sqrt{-g}$ (voir son travail sus-mentionné, p. 140). La démonstration de M. Eddington doit être modifiée, car les $\delta_{x\alpha}$ qu'il utilise dans les équations (61.3) et (61.4) sont *identiquement nuls*.

(³) TH. DE DONDER, *Bull. Ac. R. Belgique* (classe des Sciences), décembre 1922.

où $\mathfrak{M}_2$ est un multiplicateur qui ne dépend que des $g^{\alpha\beta}$, des potentiels Φ_α, des p_α^β et de leurs dérivées successives;

où $\mathfrak{M}_3$ est un multiplicateur qui ne dépend que des $g^{\alpha\beta}$, des vitesses u^α, des potentiels Φ_α, de la densité électrique σ et de leurs dérivées successives.

L'hypothèse fondamentale de la Gravifique revient à écrire :

(II) $$\frac{h\mathfrak{M}}{hg^{\alpha\beta}} = 0 \qquad \text{(les dix équations généralisées d'Einstein)};$$

(III) $$\frac{h\mathfrak{M}}{h\Phi_\alpha} = 0 \qquad \text{(les quatre équations généralisées de Maxwell)}.$$

Posons

$$\frac{h\mathfrak{M}_1}{hg^{\alpha\beta}} = \mathfrak{T}^g_{\alpha\beta} \qquad \text{et} \qquad \frac{h(\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{M}_3)}{hg^{\alpha\beta}} = \mathfrak{T}_{\alpha\beta},$$

où $\mathfrak{T}^g_{\alpha\beta}$ et $\mathfrak{T}_{\alpha\beta}$ sont des fonctions covariantes du second degré, multipliées par un multiplicateur. Alors les 10 équations (II) pourront s'écrire $\mathfrak{T}^g_{\alpha\beta} + \mathfrak{T}_{\alpha\beta} = 0$.

Les identités (I) appliquées à $\mathfrak{M}_1$ fourniront, en vertu de (II), *le théorème du tenseur* $\mathfrak{T}_{\alpha\beta}$:

$$\sum_i \sum_j \left[g^{ij,\alpha}\mathfrak{T}_{ij} + 2\frac{d}{dx_i}(g^{ij}\mathfrak{T}_{\alpha j}) \right] = 0. \qquad \alpha = 1, \ldots, 4.$$

Les identités (I) appliquées à $(\mathfrak{M}_2 + \mathfrak{M}_3)$ fournissent, en vertu de (II) et de (III), une forme plus commode du théorème précédent; à savoir :

$$\sum_i \left[u^{i,\alpha}\frac{h\mathfrak{M}_3}{hu^i} + \frac{d}{dx_i}\left(u^i \frac{h\mathfrak{M}_3}{hu^\alpha}\right) \right] - \sigma\frac{d}{dx_\alpha}\left(\frac{h\mathfrak{M}_3}{h\sigma}\right)$$
$$= \sum_i \sum_j \left[-p_i^{j,\alpha}\frac{h\mathfrak{M}_2}{hp_i^j} + \frac{d}{dx_i}\left(p_\alpha^j \frac{h\mathfrak{M}_2}{hp_i^j} - p_j^i \frac{h\mathfrak{M}_2}{hp_j^\alpha}\right) \right].$$

Une autre Note sera consacrée à l'étude des valeurs *explicites* de $\mathfrak{M}_1$, de $\mathfrak{M}_2$ et de $\mathfrak{M}_3$.

RADIOACTIVITÉ. — *Radioactivité des sources de quelques stations des Pyrénées (Bagnères-de-Luchon, Vernet, les Escaldes, Thuès) et du Plateau Central (la Bourboule, Royat, Saint-Nectaire, Sail-les-Bains).* Note de M. **Adolphe Lepape**, présentée par M. Charles Moureu.

1. Nous avons caractérisé et dosé l'émanation du radium dans les *gaz spontanés* et dans les *eaux* des sources des stations suivantes : Bagnères-de-

Luchon (altitude : 636^m, 9 sources, 3 août-5 septembre 1922) ([1]); Vernet-les-Bains (alt. 600^m, 10 sources, 12-17 septembre 1922); les Escaldes (alt. 1350^m, 5 sources, 19-22 septembre 1922); Thuès-les-Bains (alt. 750^m, 2 sources, 13 septembre 1922), situées dans les Pyrénées, et la Bourboule (alt. 850^m, 5 sources, 26-29 mars 1923); Royat (alt. 450^m, 5 sources, 25-29 septembre 1922); Saint-Nectaire (alt. 675^m, 7 sources, 1-4 octobre 1922); Sail-les-Bains (alt. 310^m, 1 source, novembre 1919), appartenant à la région du Plateau Central.

Nous avons utilisé pour ces recherches, qui ont eu lieu aux stations mêmes, l'appareil de MM. Chéneveau et Laborde. Le mode opératoire a déjà été décrit ([2]); les données brutes des expériences ont subi les corrections dues à la pression et à la nature du mélange gazeux que nous avons fait connaître récemment ([3]).

2. Voici les résultats de nos mesures, exprimés en millimicrocuries d'émanation du radium présente, à l'émergence, dans 1^l normal de gaz spontanés (gaz secs, à 0° et 760^{mm}) ou dans 1^l d'eau. Nous y avons joint, pour les sources dont le débit est notable et bien connu, la *puissance radioactive* (A. Brochet), c'est-à-dire la masse de radium (en milligrammes) qui engendre pendant un temps donné la même quantité d'émanation que celle apportée par la source pendant ce temps.

Sources thermales des Pyrénées.

Stations et sources.	T°.	Em. Ra. (10^{-9} curie par litre). Gaz (0°-760^{mm}).	Eau.	Puissance radioactive (mg. Ra.). Gaz.	Eau.
Bagnères-de-Luchon :	°				
Suintements Bosquet n° 6...	28,4	»	33,3	»	»
S. Bordeu n° 1.............	43,9	132,5	16,6	»	»
S. Bordeu n° 2.............	47,2	107,0	11,5	»	»
S. Saule n° 2..............	53,5	82,5	6,3	»	»
S. Bosquet n° 2............	49,2	55,5	5,7	»	»
S. Pré n° 1................	60,6	76,7	4,85	»	»
S. Ferras Enceinte.........	53,9	28,0	2,8	»	»
S. Richard N^{elle}............	53,1	8,2	0,68	»	»
S. des Étuves..............	57,8	8.6	0,43	»	»

([1]) Ces nouvelles études sur Bagnères-de-Luchon complètent celles, beaucoup plus étendues, que nous avons exécutées à cette station en 1920 (*Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 731).

([2]) Ch. Moureu et A. Lepape, *Ann. des Mines*, mai 1909. — A. Lepape, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 731.

([3]) A. Lepape, *Comptes rendus*, t. 176, 1922, p. 1613.

Stations et sources.	T°.	Em. Ra. (10⁻⁹ curie par litre). Gaz (0°-760mm).	Eau.	Puissance radioactive (mg. Ra.). Gaz.	Eau.
Vernet-les-Bains :					
S. Providence	37°,6	115,9	15,7	»	17,1
S. Ursule	41,0	»	12,4	»	7,0
S. Chemin de Casteil	39,7	»	10,35	»	»
S. Doña Amelia	34,5	»	10,15	»	»
S. Vaporarium	52,2	48,15	5,55	»	»
S. Elisa	28,7	»	5,0	»	0,06
S. du Parc	60,0	54,7	4,75	0,46	1,90
S. Barrera	49,5	»	2,90	»	»
S. Santé	36,8	»	2,70	»	»
S. Comtesse	15,3	»	0,78	»	»
Les Escalades :					
S. Pastural	27,3	»	3,50	»	»
S. Colomer	42,0	21,5	2,60	»	7,3
S. de Dorres	40,5	7,9	0,98	»	»
S. de la Cazette	33,3	5,4	0,80	»	»
S. Saint-Joseph	17,5	»	0,55	»	»
Thuès-les-Bains :					
S. Bassin Carré	73,5	17,7	1,04	»	3,0
S. de la Voûte	71,2	»	1,02	»	»
Sources thermales du Plateau Central.					
La Bourboule :					
S. Choussy [1]	54°,8	161,4	20,5	69,8	68,8
S. Clémence	12	3,8	1,61	»	»
S. Fenestre n° 1	16,1	»	0,71	»	»
S. Fenestre n° 2	16,1	»	0,78	»	»
S. Croizat	38,4	3,1	0,57	»	0,68
Royat :					
S. Saint-Victor	21,2	35,2	15,35	»	0,98
S. Saint-Mart	28,8	49,7	14,5	»	18,1
S. Eugénie	33,4	3,2	0,40	26,8	3,2
S. César	27,2	1,6	0,37	»	0,07
S. Velléda	froide	»	0,88	»	1,17
Sail-les-Bains : S. du Hamel	34	50,2	11,5	»	13,8
Saint-Nectaire :					
S. Rouge	21,3	2,2	0,54	»	»
S. du Parc	25,7	»	0,42	»	»
S. Papon n° 1	43,2	»	0,34	»	»
S. Mont Cornadore	36,5	1,85	0,16	«	»
S. Gros Bouillon	35,6	»	0,14	»	»
S. Boette	34	1,2	»	»	»
S. Saint-Cézaire	39,5	0,7	trace	»	»

[1] Ces résultats sont très voisins de ceux obtenus par M. A. Laborde, en 1908 : gaz, 152; eau, 22,45. Cette source très radioactive paraît donc présenter une constance remarquable.

3. La recherche de l'*émanation du thorium*, effectuée au griffon de quelques-unes de ces sources, par la méthode de l'activité induite, et à l'aide d'un dispositif sensible que nous ferons connaître ultérieurement, n'a jamais révélé plus que des traces de cette émanation et dans peu de sources seulement.

Le dosage du *radium* et du *thorium* dans l'eau de certaines des sources étudiées est en cours d'exécution.

4. Ces nouveaux résultats permettent de classer ainsi les eaux minérales françaises les plus radioactives :

Sources françaises les plus radioactives.

Stations et sources.	T°.	Em. Ra. (10^{-9} curie par litre d'eau, à l'émergence).	Auteurs.
Bagnères-de-Luchon (source Lepape)..	29°,3	41,5	A. Lepape, 1920
Extreys (Haute-Loire)...............	»	34,0	Th. Nogier, 1921
La Bourboule (source Choussy).......	54,8	20,5	A. Lepape, 1923
Vernet (source Providence)..........	37,6	15,5	»
Royat (source Saint-Victor)..........	21,2	15,3	»
Plombières (source Lambinet)........	26,8	14,1	A. Brochet, 1910
Grisy (source n° 2)..................	froide	13,6	Moureu et Lepape, 1910
La Chaldette........................	32,5	13,15	A. Lepape, 1909
Sail-les-Bains (source du Hamel)......	34	11,5	Moureu et Lepape, 1919
Bussang (source Grande-Salmade)....	13	9,5	A. Laborde, 1908

RADIOACTIVITÉ. — *Relations entre la radioactivité du radium et l'activité des radiations solaires.* Note de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Brillouin.

De nouvelles recherches [1], faites sur la radioactivité du radium et ses relations avec l'activité solaire, m'ont donné les résultats suivants :

Une plaque radiographique protégée par un écran de plomb percé d'une petite ouverture centrale fut enfermée avec son écran dans un châssis en carton noir dont la surface extérieure portait une petite quantité de sel de radium fixée par un adhésif. L'impression produite sur l'émulsion sensible fut variable suivant le degré de l'activité électromagnétique solaire, et celle des ultraradiations. L'activité solaire, par ciel découvert, augmentait en

(1) *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1061, et t. 175, p. 1680.

même temps que la composante horizontale; toutefois cette activité était susceptible d'importantes variations d'ordre électromagnétique, tandis que les variations d'ordre thermique, étaient faibles. On observa des impressions photogéniques intenses après quelques minutes d'exposition solaire, tandis que dans d'autres circonstances, l'impression photogénique était à peine sensible après plusieurs heures d'exposition solaire. En effectuant pendant des périodes d'activité, des essais comparatifs au soleil ainsi que dans une pièce close, on observa que l'action solaire directe était beaucoup plus intense que celle obtenue dans la pièce close ou dans une cave. Des expériences préalables avaient démontré que la plaque photographique ne subissait aucune impression sensible si le châssis était soumis à l'action prolongée des radiations solaires, sans l'interposition préalable de substances radioactives telles que le radium. D'autres expériences démontrèrent également, que l'élévation de température produite par les radiations solaires sur la plaque sensible et sur la substance radioactive interposée, restait sans influence appréciable sur la nature des résultats constatés. La température des châssis photographiques était sensiblement la même pendant les périodes de forte ou de faible activité électromagnétique solaire, tandis que la plaque sensible accusait des différences considérables dans les actions photogéniques.

Des mesures faites avec un électromètre confirmèrent celles obtenues par la photographie. L'action absorbante exercée par diverses substances sur les radiations émises par le radium sous l'action solaire, croît dans l'ordre suivant : celluloïd, aluminium, mica, carton, plomb. Une feuille de celluloïd noir n'exerce qu'une faible absorption sur ces radiations. On constate, d'autre part, que le pouvoir absorbant des mêmes substances, à l'égard des radiations émises par le radium, est du même ordre que celui qu'elles exercent à l'égard des ultraradiations émises par le soleil et par la haute atmosphère. Un bloc de plomb de 25^{mm} d'épaisseur atténue sensiblement l'action des ultraradiations; si, en effet, on expose au soleil pendant une période d'activité deux châssis clos par des fenêtres en celluloïd noir recouvert de radium, et renfermant, tous deux, une plaque sensible, on constate qu'en recouvrant l'un d'eux d'une forte épaisseur de plomb, ce châssis accuse une action sensiblement nulle; tandis que celle du premier est intense. En répétant la même expérience dans une pièce close, l'action derrière le plomb est sensiblement nulle après 24 heures, tandis qu'elle devient apparente après 48 heures. On constate, au contraire, que l'action photogénique est importante sur le châssis non protégé par le plomb. Des

faits analogues furent constatés par les méthodes électrométriques. On observa que des écrans en plomb mince, recouvrant le radium, et exposés au soleil, laissent pénétrer des radiations provoquant, en présence du radium, la décharge de l'électromètre. Cet effet cessait de se manifester sous de fortes épaisseurs de plomb. D'autres essais démontrèrent que les phénomènes précédents cessaient de se manifester en l'absence de substances radioactives, et que leur intensité dépendait du degré de radioactivité de ces substances. On observa également que la température des substances radioactives exposées aux radiations solaires ne subissait, en cours d'expérience, que de faibles variations, hors de proportion avec celles mesurées dans la décharge de l'instrument. En résumé, il paraît résulter de ces recherches, complétant celles obtenues précédemment avec l'uranium, le bismuth et le plomb, que :

1° L'action photogénique et la décharge électrique, qui permettent de mesurer la radioactivité du radium et des autres corps radioactifs, paraissent démontrer que cette radioactivité est soumise à l'influence de radiations (non encore précisées) qui sont émises directement par le soleil et indirectement par la haute atmosphère.

2° L'intensité des ultraradiations est beaucoup plus forte au soleil qu'à l'ombre; elle est plus faible à l'intérieur d'une pièce close et dans une cave; elle est accrue pendant les périodes d'activité solaire correspondant à une composante horizontale élevée; elle croît avec l'élévation du soleil à l'horizon; elle subit des variations parfois rapides et importantes, sans causes apparentes.

3° Le pouvoir absorbant des diverses substances à l'égard des ultraradiations paraît être du même ordre que celui que ces substances exercent à l'égard des rayons gamma; l'absorption la plus forte étant provoquée par les substances à nombre atomique élevé. Sous faible épaisseur, ces substances paraissent absorber les ultraradiations les plus lentes, tandis qu'elles laissent filtrer les radiations plus rapides. Sous forte épaisseur, ces substances ne paraissent laisser filtrer que des radiations à très courtes longueurs d'onde.

Des recherches en préparation auront pour objet de préciser la nature des nouvelles radiations d'origine solaire qui provoquent les phénomènes précédents, et de déterminer si la désintégration atomique doit être entièrement attribuable à l'action de ces radiations; et quel est, enfin, le mécanisme probable de cette désintégration.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la détermination des sels doubles en dissolution par voie ébullioscopique.* Note (1) de MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer**, présentée par M. G. Urbain.

Dans une Note précédente (2) nous avons indiqué l'application de la méthode des variations continues, aux phénomènes ébullioscopiques, pour l'étude des sels doubles en dissolution ; les couples examinés étaient : iodure de cadmium-iodure de potassium, chlorure de cadmium avec les chlorures de potassium et d'ammonium déjà étudiés par voie cryoscopique, par MM. E. Cornec et G. Urbain.

Mais tandis que nous avions mesuré directement l'élévation ébullioscopique de chaque sel simple à la concentration qu'il possède dans le mélange, ces deux savants calculent l'abaissement cryoscopique δ que produiraient les sels simples s'ils ne se combinaient pas, par la règle des mélanges

$$\delta = \frac{\delta_1 V_1 + \delta_2 V_2}{V_1 + V_2},$$

δ_1 et δ_2 étant les abaissements des solutions de A_1 et de A_2 dont on a mélangé des volumes V_1 et V_2.

MM. Cornec et Urbain justifient notamment l'emploi de la règle des mélanges, par ce fait que l'écart ainsi calculé pour des couples tels que ClK — ClNa formés de sels qui ne se combinent pas, est pratiquement nul. M. Couleru (3) est parvenu récemment aux mêmes conclusions, en examinant des mélanges d'iodures alcalino-terreux.

De notre côté, nous avons observé des écarts ébullioscopiques inférieurs à $\frac{1}{200}$ de l'élévation du mélange quand on les calcule par la règle des mélanges, pour des couples ClK — ClAm, ClK — NO^3K, alors qu'ils sont négatifs et atteignent 10 pour 100, quand on les évalue par les concentrations.

Ce sont là des raisons décisives, pour rejeter cette dernière règle, et adopter celle des mélanges, au moins pour les électrolytes.

Mais, comme les écarts obtenus en déterminant les élévations des sels simples par rapport à un poids d'eau égal à celui contenu dans le mélange,

(1) Séance du 4 juin 1923.

(2) F. Bourion et E. Rouyer, *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 1406.

(3) A. Couleru, *Thèse d'Université*, Strasbourg, 28 avril 1923.

sont plus voisins de ceux que fournit la règle des mélanges, nous avons recherché par voie théorique si l'emploi d'un tel procédé était correct.

L'écart Δ correspondant à la réaction

$$\underset{C_1}{n_1 A_1} + \underset{C_2}{n_2 A_2} \rightleftharpoons \underset{C}{A_1 n_1 A_2 n_2}$$

doit être maximum, en même temps que C.

Or si, pour simplifier, on admet que les trois sels soient normaux (ni associés, ni dissociés) et que les élévations produites par chacun d'eux soient les mêmes que s'ils étaient seuls, en présence du même poids d'eau, on calcule pour C maximum

$$\frac{d\Delta}{dx} = \frac{(n_1 + n_2 - 1)C\left(\frac{M_1}{10 D_1} - \frac{M_2}{10 D_2}\right)}{\left[100 - \frac{(C_1 + n_1 C)M_1}{10 D_1} + \frac{(C_2 + n_2 C)M_2}{10 D_2}\right]^2} \times \frac{dC_1}{dx},$$

où x est le volume pour 100 de l'un des sels avant mélange, M_1 et M_2 les masses moléculaires, D_1 et D_2 les densités des sels dans le mélange. Pour que $\frac{d\Delta}{dx}$ fût nul, il faudrait que

$$\frac{M_1}{D_1} = \frac{M_2}{D_2},$$

c'est-à-dire que les volumes moléculaires de A_1 et de A_2 fussent égaux, circonstance tout à fait exceptionnelle. L'accord approché des deux méthodes s'explique par la petitesse du coefficient de $\frac{dC_1}{dx}$.

Indiquons les écarts calculés par la règle des mélanges appliquée à nos premières expériences confirmées par de nouvelles mesures, en y ajoutant ceux relatifs au couple $Cl^2Cd-ClNa$ non publiés.

Couple I^2Cd-IK (*concentration* 1,5 M).

Vol. IK pour 100.....	10.	20.	30.	40.	50.	60.	66,6.	70.	80.	90.
Écarts.......	0,110	0,188	0,290	0,383	0,429	0,484	0,496	0,464	0,349	0,178

Le maximum à 66 caractérise le complexe $[CdI^4]K^2$ trouvé à 0°. Le rapport des écarts cryoscopique et ébullioscopique maximums $\frac{2,140}{0,489} = 4,37$, inférieur à 5,67 indiqué précédemment et un peu supérieur à 3,5, accuse une légère dissociation du complexe par élévation de température.

Couples Cl^2Cd-*chlorures alcalins* (*règle des mélanges*) (2,2 M).

Vol. chlor. alc.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	66,6.	70.	80.	90.
Écarts ClK	0,115	0,233	0,315	0,380	0,430	0,445	0,441	0,420	0,328	0,183
» ClAm	0,116	0,207	0,300	0,353	0,396	0,421	0,416	0,397	0,330	0,178
» ClNa	0,097	0,189	0,242	0,303	0,343	0,360	0,353	0,331	0,261	0,128

Les écarts calculés, en rapportant au poids d'eau du mélange, sont par exemple pour ClK :

Vol. ClK.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	66,6.	70.	80.	90.
Écarts	0,072	0,159	0,242	0,302	0,363	0,403	0,424	0,409	0,342	0,202

série voisine de la première, avec maximum dans la région de 66. Aux concentrations 3M on a (règle des mélanges) :

Vol. chlorure alcalin.	50.	60.	66,6.	70.
Écarts ClK	0,761	0,805	0,790	0,758
» ClAm	0,684	0,721	0,717	0,689
» ClNa	0,573	0,619	0,604	0,592

Les courbes tracées avec ces données (règle des mélanges) montrent que, pour les 3 sels, le maximum a lieu vers 62 pour 100 de chlorure alcalin alors qu'il avait lieu vers 66 pour 100 par la méthode des concentrations.

Ces résultats examinés séparément caractériseraient la combinaison $2Cl^2Cd$, 3ClM (ClM, chlorure alcalin). Aucune combinaison de ce type n'a été isolée.

Mais si on les rapproche de ceux obtenus par MM. Cornec et Urbain par voie cryoscopique, qui ont observé un maximum vers 53-55, il paraîtra raisonnable de penser que l'on a en solution le mélange des deux sels doubles :

$$Cl^2Cd, ClM \quad \text{et} \quad Cl^2Cd, 2ClM$$

(ce dernier isolé dans le cas du sodium), avec une très forte proportion du premier en dessous de zéro, le second dominant vers 100°, la teneur de celui-ci croissant avec la température; l'équilibre n'est pas déplacé par variation de la concentration; la température s'élevant en même temps, il y a compensation. Par ébullioscopie, comme par cryoscopie, les écarts diminuent dans l'ordre K, Am, Na, en même temps que la netteté des maximums.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'arc du celtium.* Note de M. **Jacques Bardet**, présentée par M. Georges Urbain.

Les travaux de MM. Coster et von Hevesy (¹) ayant démontré que le zircon pouvait être avantageusement utilisé comme matière première pour la recherche du celtium (²) j'ai traité une certaine quantité de ce minéral.

Dans ce traitement, je me suis jusqu'à présent servi comme guide uniquement du spectrographe. Le spectre que j'ai observé différant sensiblement de celui qu'ont obtenu MM. Hansen et Werner (³) avec les produits de MM. Coster et von Hevesy, nous le publions ci-après.

Les spectres ont été obtenus au moyen d'un spectrographe de Werlein, sur électrodes de charbon. Les lectures ont porté sur la région comprise entre 2300 et 3500 U. A.

La matière première, outre le celtium, ne contenait que du zirconium et une trace de plomb. Elle provenait d'un traitement de zircons des sables monazités du Brésil.

Spectre d'arc du celtium.

2321,26	ext. faible	2513,20	faible	2662,00	faible
22,55	moyenne	17,00	moy. faible	83,55	faible
23,35	ext. faible	31,14	faible	2705,75	faible
30,45	moyenne	59,30	ext. faible	38,95	moy. faible
35,35	forte	74,00	très faible	61,75	très faible
47,45	très faible	78,35	très faible	66,90	très faible
47,60	très faible	82,66	faible diffuse	73,50	moy. forte
51,15	moyenne	91,54	ext. faible	79,45	faible
80,36	faible	2606,57	moyenne	2813,90	faible
93,45	moy. faible	22,90	moyenne	17,75	ext. faible
2410,30	faible	37,20	à peine visible	20,30	moyenne
17,80	faible	38,95	faible	2822,70	moy. faible
60,60	moyenne	41,64	forte	46,00	ext. faible
64,35	moyenne	47,52	moyenne	49,35	ext. faible
2512,85	faible	57,92	très faible	51,15	à peine visible

(¹) D. Coster et G. von Hevesy, *Nature*, janvier 1923, p. 79.

(²) Le celtium a été rigoureusement défini par son spectre de haute fréquence correspondant au numéro atomique 72 (Dauvillier, *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1347; G. Urbain, *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1349).

(³) H. M. Hansen et S. Werner, *Nature*, 10 mars 1923, p. 322.

Spectre d'arc du celtium (suite).

2861,90	moy. forte	2964,95	très faible	3159,95	à peine visible
66,50	moy. forte	76,05	très faible	62,65	ext. faible
87,30	très faible	3000,15	très faible	72,90	très faible
89,68	faible	13,00	moy. faible	76,80	ext. faible
98,20	moyenne	16,90	faible diffuse	80,95	à peine visible
2904,85	faible	18,70	faible diffuse	93,60	très faible
19,65	faible	71,85	à peine visible	94,32	faible
29,75	très faible	73,10	moy. forte	3206,20	à peine visible
29,90	ext. faible	80,85	faible diffuse	53,70	très faible
40,90	moyenne	3108,96	faible	55,30	très faible
50,80	très faible	34,80	très faible	3312,65	à peine visible
54,35	très faible	45,40	ext. faible	31,52	ext. faible
58,05	très faible				

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur la constitution des métaphosphates alcalins insolubles.* Note de M. **Paul Pascal**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La constitution des métaphosphates est généralement déduite de la composition de leurs sels doubles. Ce mode de classement est d'une sécurité et d'une généralité discutables, et l'on s'est bien gardé de l'appliquer à certains cas où l'analyse impliquerait une condensation extraordinaire de l'acide correspondant. A la faveur de ce principe, le métaphosphate de sodium insoluble, préparé par Graham à partir du phosphate monosodique, se trouve généralement classé parmi les monométaphosphates, sous le prétexte qu'il ne donne pas de sel double, mais seulement un métaphosphate de potassium ou d'ammonium, quand on le traite par un grand excès des chlorures correspondants.

Comme j'ai préparé récemment le sel normal de sodium PO^3Na à partir de l'hexamétaphosphate d'éthyle, il était important de chercher à déterminer la véritable constitution du métaphosphate insoluble de Graham.

Or ce sel, insoluble dans l'eau, se dissout facilement dans les solutions, même étendues, d'un pyrophosphate alcalin. Le phénomène rappelle de façon frappante le passage en solution de la colle ou de la gélatine : chaque grain s'entoure d'une couche de gelée transparente qui diffuse dans le liquide avec lenteur, sans le rendre opalescent.

En partant de phosphate de sodium décinormal, ou mieux d'une solution

tiède plus concentrée que l'on diluera plus tard, on peut, en quelques minutes, constituer une solution contenant plus de 3 pour 100 de métaphosphate « insoluble ». Le liquide est visqueux, il laisse précipiter intégralement le métaphosphate quand on y ajoute un peu d'une solution concentrée d'un sel de sodium, ou quelques gouttes d'acide acétique; la sensibilité aux réactifs précipitants paraît s'accentuer avec le temps.

Avec l'acide acétique, le liquide forme aussitôt un caillot élastique qui se contracte rapidement, comme de la fibrine, en une masse collante. Le coagulum, essoré sur plaque poreuse, débarrassé par le vide de l'acide acétique et de la majeure partie de l'eau, présente l'élasticité du caoutchouc; et chose inattendue, il est devenu soluble dans l'eau, avec laquelle il forme des solutions extraordinairement visqueuses, non précipitables par l'acide acétique, même en présence de pyrophosphate; les réactions des métaphosphates y sont masquées.

Si l'on cherche à reproduire la filiation des phénomènes précédents en fondant au préalable le métaphosphate insoluble dans les mêmes quantités de pyrophosphate de sodium, les solutions obtenues ne sont plus visqueuses, l'acide acétique ne les coagule pas, elles présentent tous les caractères analytiques des métaphosphates.

Le sel insoluble de Graham se comporte donc comme un véritable colloïde dont certaines transformations seraient irréversibles, et l'étude viscosimétrique ou cryoscopique de ses solutions ne fait que confirmer cette impression. Voici, en effet, quelques données relatives à des solutions, toutes décinormales par rapport au pyrophosphate de sodium :

	Concentration en PO^3Na.	Poids moléculaire (¹) apparent.	Viscosité à 15° en C.G.S.
Dissolution directe	$\frac{2N}{10}$	$\geqq 506$	1874.10^{-4}
	$\frac{N}{10}$	$\geqq 856$	755.10^{-4}
Dissolution après fusion	$\frac{N}{10}$	450	$117,3.10^{-4}$
	0	»	$116,6.10^{-4}$

Les solutions pures du précipité donné par l'acide acétique fournissent les chiffres remarquables suivants :

(¹) Déduit de l'abaissement du point de congélation dû à l'addition du colloïde ou du sel.

	Concentration en PO^3Na.	Poids moléculaire apparent.	Viscosité à 17° en C.G.S.
Avant calcination........	$\frac{1,16N}{10}$	>3610	1,66
Après calcination........	$\frac{1,14N}{10}$	210	109.10^{-4}

On notera que dans les solutions colloïdales préparées avec le sel de Graham le poids moléculaire apparent varie en sens contraire de la dilution, ainsi qu'il arrive souvent pour ces liquides exceptionnels; dans les solutions normales obtenues par fusion préalable, le poids moléculaire apparent est celui des hexamétaphosphates, dont l'existence, en tant que composés définis, a été vérifiée encore directement par l'étude que nous avons faite du métaphosphate d'éthyle.

En résumé, les métaphosphates alcalins insolubles ne sont pas des monométaphosphates, mais ils fournissent un exemple remarquable de colloïdes préparés aux environs de 850°. On doit donc réserver la formule normale des métaphosphates PO^3M aux seuls sels que j'ai obtenus en partant de l'hexamétaphosphate d'éthyle, et l'on considérera comme produits d'absorption bon nombre de polymétaphosphates doubles, préparés par double décomposition à partir des sels alcalins insolubles. L'analyse qui en a été donnée s'accorde d'ailleurs parfois bien mal avec la formule qu'ils ont reçue.

CHIMIE MINÉRALE. — *Influence des sels neutres sur les gels de silice.* Note de M. S. **Glixelli**, présentée par M. G. Urbain.

Sous beaucoup de rapports la silice hydratée peut être considérée comme un mélange d'anhydride silicique et d'eau et on la croit généralement sans action sur les indicateurs. Cependant sa fonction acide se manifeste dans ce fait que ses particules conservent leur charge négative même en présence d'une forte concentration d'ions d'hydrogène [1].

Préparation. — La silice employée était préparée par l'action du silicate de sodium pur cristallisé, sur l'acide azotique. Le gel ainsi obtenu était lavé plusieurs fois avec une solution d'acide azotique, puis avec de l'eau très pure. Les impuretés non volatiles sous l'action de l'acide fluorhydrique constituaient moins de 0,1 pour 100 de la silice anhydre. La réaction colo-

(1) S. Glixelli, *Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie*, 1917, série A, p. 102.

rimétrique avec la brucine et l'acide sulfurique qui permet dans ces conditions de déceler la présence d'une solution d'acide azotique à $0,5.10^{-5}$ m a donné un résultat négatif.

Le gel de silice en suspension très fine dans l'eau exempte d'acide carbonique à raison de $17^g,68$ de SiO^2 par litre a donné une réaction acide. Pour 20^{cm^3} de cette suspension, on a employé $1^{cm^3},22$ de soude 0,01 *n* pour obtenir une coloration orange avec le rouge de méthyle et $4^{cm^3},4$ pour avoir la coloration rose avec la phtaléine du phénol. Les expériences suivantes ont été faites avec une suspension de silice conservée dans un récipient en verre d'Iéna pendant 6 ans et ayant subi par conséquent des modifications produites par le temps. La concentration de cette silice était de $6^g,05$ de SiO^2 par litre. L'acidité de cette silice était plus faible. Avec le rouge de méthyle, elle donnait une réaction neutre. L'addition d'une solution de chlorure de potassium provoquait un virage au rouge d'autant plus accentué que la concentration du sel était plus forte jusqu'à la nuance correspondant à $P_H < 4,2$. Pour montrer l'augmentation de l'acidité de la silice sous l'influence des sels neutres, j'ai titré 40^{cm^3} de la suspension avec de la soude 0,01 *n* en présence de sels neutres de différentes concentrations. La phtaléine du phénol servait d'indicateur, et la coloration correspondait à environ $P_H = 8,6$. Les données numériques suivantes indiquent la quantité de NaOH 0,01 *n* employée.

	Concentration des sels (en molécules-grammes par litre).				
	0.	0,15.	0,5.	1,5.	2,5.
	cm³	cm³	cm³	cm³	
KCl	1,5	9,2	13	15,5	
NaCl	»	8,0	10,2	12,6	15^{cm^3}
$\frac{1}{2}Na^2SO^4$	»	8,0	9,8		
$\frac{1}{2}CaCl^2$	»	10,6	13	15	

De même en présence de chlorure de potassium de concentration 0,03; 0,5 et 1,5 molécules-grammes par litre, on a employé respectivement 0,1; 0,6 et $1^{cm^3},2$ de NaOH 0,01 *n* pour obtenir la coloration orange avec le rouge de méthyle. Cet effet ne peut pas être attribué à l'action des sels neutres sur les indicateurs, puisqu'il ne se manifeste pas dans les mêmes conditions en l'absence de silice, et que d'ailleurs l'action connue des sels nentres sur la phtaléine du phénol ne fait que diminuer ce même effet.

Donc, en présence des ions mono et bivalents des sels neutres, les propriétés acides de la silice augmentent tout comme celles des solutions

d'anhydride carbonique étudiées par B. Szyszkowski (1) et E. Wilke (2).

L'effet observé peut s'expliquer par l'adsorption des ions OH par les particules de la silice. Au cours de recherches qui seront publiées ultérieurement sur l'adsorption des solutions très diluées d'alcalis par la silice, j'ai constaté une adsorption notable de NaOH, KOH et surtout de $Ca(OH)^2$ et $Ba(OH)^2$ ainsi qu'une forte augmentation de l'adsorption de NaOH en présence de chlorure de potassium. A cette adsorption des ions OH correspond une augmentation de la charge négative des particules colloïdales. L'adsorption des ions OH dans l'eau pure entraîne un accroissement de la concentration des ions hydrogène, laquelle devient plus forte encore si, par l'action des sels neutres, l'adsorption des ions OH augmente. D'autre part, il est intéressant de remarquer que la neutralisation lente d'une solution d'anhydride carbonique est attribuée par L. Pusch (3), et d'autres, à une réaction analogue :

$$CO^2 + OH' \rightarrow CO^3H'.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition catalytique des anilides.* Note (4) de M. A. **Mailhe**, transmise par M. Paul Sabatier.

Dans un travail précédent (5) j'ai montré que les formamides des amines phénoliques se décomposent au contact du nickel divisé en donnant de l'oxyde de carbone et l'amine qui est régénérée. Mais, par suite d'une réaction secondaire, il se forme en même temps une urée substituée.

On pouvait se demander si les anilides des amines phénoliques, obtenus avec les acides acétique, propionique, etc., se comporteraient comme les formanilides quant à la première réaction, c'est-à-dire se dédoubleraient en oxyde de carbone et une amine secondaire :

$$C^6H^5NHCOC^nH^{2n+1} = CO + C^6H^5NHC^nH^{2n+1}.$$

Mais il y avait lieu de penser que cette amine secondaire serait instable au contact du nickel et se détruirait en perdant le résidu aliphatique et

(1) *Zeits. für physik. Ch.*, t. 58, 1907, p. 420; t. 73, 1910, p. 269; t. 78, 1912, p. 426.

(2) *Zeits. für anorg. Ch.*, t. 119, 1921, p. 365.

(3) *Zeits. für Elektrochemie*, t. 22, 1916, p. 206.

(4) Séance du 4 mai 1923.

(5) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 35.

régénérant l'amine primaire selon une réaction indiquée par MM. Sabatier et Gaudion [1] :

$$C^6H^5NHC^nH^{2n+1} = C^6H^5NH^2 + C^nH^{2n}.$$

On ne pouvait espérer obtenir en définitive que l'amine primaire. C'est en effet ce que l'expérience a vérifié.

Lorsqu'on dirige lentement les vapeurs *d'acétanilide*, $C^6H^5NHCOCH^3$, sur du nickel divisé chauffé à 400°, on obtient un dégagement permanent de gaz qui bleuit le tournesol, par suite de la formation d'une certaine quantité d'ammoniac. La composition du gaz est la suivante :

CO^2	14 pour 100
CO	36 »
CH^4	3 »
H^2	47 »

On condense en même temps un produit liquide, d'ou l'on isole par rectification, un peu de benzine et une grande quantité d'aniline. Il reste une petite dose d'acétanilide non transformée. Des cristaux de carbonate d'ammoniaque tapissent les parois du vase à condensation.

On voit que les deux réactions prévues se sont formées régulièrement : dédoublement de l'acétanilide en oxyde de carbone et méthylaniline, et destruction de cette dernière avec formation d'aniline. Mais une troisième réaction est intervenue, c'est le dédoublement partiel de l'aniline qui a donné de la benzine et du gaz ammoniac, la benzine s'étant scindée à son tour en hydrogène, carbone et une certaine dose de méthane.

Si l'on prend un nickel neuf très actif pour effectuer la décomposition de l'acétanilide, on ne recueille plus de liquide. Tous les produits sont transformés en gaz permanents, charbon et ammoniaque. Leur composition est la suivante :

CO^2	5 pour 100
CO	20 »
CH^4	25 »
H^2	45 »

J'avais pensé qu'en prenant un catalyseur moins actif que le nickel, il serait possible de limiter ou de supprimer la décomposition de la méthylaniline qui paraît se produire transitoirement lors de la catalyse de l'acétanilide. A cet effet, j'ai essayé d'abord le cuivre précipité, provenant de la

(1) *Comptes rendus*, t. 165, 1917, p. 309.

réduction de l'hydrate tétracuivrique. Mais ce catalyseur se comporte comme le nickel à 410°, avec cette seule différence que le dégagement d'ammoniac est insensible.

L'acétanilide se dédouble au contact du cuivre en donnant : 1° un gaz, de composition :

CO^2	19,5 pour 100
CO	13,5 »
H	67 »

2° un liquide dont quelques gouttes passent vers 80°, et la portion principale à 180°-190°, laissant au-dessus un peu d'amide non transformée.

La partie la plus volatile est constituée par de l'acétonitrile provenant de l'hydratation d'un peu d'anilide par des traces d'eau provenant de l'action des gaz réducteurs sur un peu d'oxyde de cuivre. La portion principale est de l'aniline.

Un dépôt de charbon s'est formé sur le cuivre.

L'alumine ne donne pas de meilleurs résultats que le cuivre. L'acétanilide est décomposé en aniline et gaz de composition :

CO^2	18 pour 100
CO	9 »
CH^4	11 »
H^2	62 »

Cette expérience indique qu'à haute température la méthylaniline se décompose au contact d'alumine. Nous l'avons vérifié pour la diméthylaniline qui fournit effectivement à 400° un lent dégagement de gaz, formé de méthane, 70 pour 100, et d'hydrogène, 24 pour 100, et une petite quantité d'aniline.

Après ces expériences, il n'y avait plus d'espoir de limiter la réaction à la formation de la méthylaniline et j'ai examiné la décomposition des homologues supérieurs de l'acétanilide.

Ces anilides ont subi un dédoublement identique à l'acétanilide, soit au contact du cuivre, soit en présence de nickel. Il s'est formé des produits gazeux et l'amine phénolique a été régénérée.

Les gaz ont présenté la composition suivante :

Orthoacétotoluide sur nickel : CO^2, 9 pour 100; CO, 42 pour 100; CH^4, 12 pour 100; H^2, 37 pour 100.

Métaacétotoluide sur cuivre : CO^2, 21 pour 100; CO, 9 pour 100; H^2, 60 pour 100.

Propiotoluide ortho sur nickel : CO^2, 15 pour 100; CO, 26 pour 100; C^nH^{2n}, 5 pour 100; H^2, 54 pour 100.

Dans tous les cas, un dépôt de charbon s'est formé sur le catalyseur, sans que cependant son activité soit complètement détruite.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *Dérivés xanthylés de l'acide allophanique, de la thiosinamine et de l'allantoïne.* Note de MM. **R. Fosse** et **A. Hieulle**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

I. Comme les éthers carbamiques [1], les éthers allophaniques se combinent au xanthydrol avec perte d'eau pour former de nouveaux dérivés :

$$C^2H^5O - CO - NH - H + HO - CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle O$$
$$= H^2O + C^2H^5O - CO - NH - CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle O,$$
$$C^2H^5O - CO - NH - CO - NH - H + HO - CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle O$$
$$= H^2O + C^2H^5O - CO - NH - CO - NH - CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle O.$$

A la solution d'allophanate d'éthyle (1^g) dans l'eau (20^{cm^3}) et l'acide acétique (20^{cm^3}), on ajoute du xanthydrol (2^g), dissous dans l'acide acétique (20^{cm^3}). Des cristaux apparaissent, puis forment une bouillie épaisse, que l'on essore après 12 heures. Par dissolution dans l'alcool méthylique bouillant et refroidissement, de fines et longues aiguilles soyeuses, caractéristiques se déposent, fondant, en tube étroit, aux environs de 230°; l'analyse leur assigne la formule

$$C^2H^5O - CO - NH - CO - NH - CH\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle O.$$

II. Comme les urées et les thiourées monosubstituées [2], la thiosinamine s'unit au xanthydrol pour former de l'eau et un nouveau dérivé

---

(1) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 813; *Annales de l'Institut Pasteur* et *Annales de Chimie*, 1916.

(2) W. Adriani, *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, 1915, p. 180-210.

monoxanthylé :

$$R-NH-CS-NH-H+HO-CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

$$=H^2O+R-NH-CS-NH-CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O,$$

$$C^3H^5-NH-CS-NH-H+HO-CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

$$=H^2O+C^3H^5-NH-CS-NH-CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O.$$

La thiosinamine (1^g) en solution dans l'eau (20^{cm^3}) reçoit de l'acide acétique (20^{cm^3}), puis du xanthydrol (2^g) dissous dans l'acide acétique (20^{cm^3}).

La xanthylthiosinamine se précipite presque aussitôt; recristallisée dans l'alcool méthylique, elle se colore en jaune sous l'influence de la chaleur et fond, tube étroit, en se décomposant à des températures qui varient avec la vitesse et la durée du chauffage : 159°, 165° (n. c.).

III. *Action du xanthydrol sur l'allantoïne.* — A la solution chaude d'allantoïne (1^g) dans l'eau (20^{cm^3}), on ajoute de l'acide acétique (20^{cm^3}), puis, après refroidissement, du xanthydrol (2^g) dissous à froid dans l'acide acétique (20^{cm^3}). Les cristaux, qui apparaissent rapidement et forment bientôt une bouillie blanche épaisse, sont essorés, lavés à l'eau et épuisés par l'alcool méthylique à l'ébullition. On obtient ainsi des tablettes losangiques, caractéristiques au microscope, qui se colorent légèrement vers 210° et fondent ensuite à 214°-215° (non corrigé) en un liquide coloré.

Un nouveau dérivé de l'allantoïne a pris naissance, résultant du remplacement d'un atome d'hydrogène du groupement NH^2 par le radical xanthyle

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH-OH+H-NH-CO-NH-\underset{\displaystyle CO-NH}{CH}\!\!\begin{matrix}-NH\diagdown\\ \diagup\end{matrix}\!CO$$

$$=H^2O+O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH-NH-CO-NH-\underset{\displaystyle CO-NH}{CH}\!\!\begin{matrix}-NH\diagdown\\ \diagup\end{matrix}\!CO.$$

La xanthyl-allantoïne retient une molécule d'eau qui, stable dans le vide ou à 100°, disparaît lentement à 120°-135°, ainsi que le montrent les analyses suivantes :

Analyses du corps recristallisé deux fois de l'alcool méthylique et séché dans le vide jusqu'à poids constant.

	Trouvé.					
	I.	II.	III.	IV.	V.	Théorie ([1]).
C pour 100....	57,39	57,39	//	//	//	57,30
H »	5,06	5,01	//	//	//	4,49
N »	//	//	15,55	15,38	15,30	15,73

Analyses du corps maintenu à 120°-135° jusqu'à poids constant.

	Trouvé.	Théorie ([2]).
C pour 100..............	60,29	60,35
H »	4,7	4,14
N »	16,27	16,56

IV. Les corps que nous venons de faire connaître ont été préparés dans le but de servir de bases à de nouvelles méthodes d'analyses de substances biochimiques.

C'est ainsi que, en appliquant une méthode qui sera ultérieurement décrite, nous avons pu aisément identifier l'allantoïne sous la forme de son dérivé xanthylé :

Soit chez les animaux : urine de *chien* et de *lapin;*

Soit chez les végétaux : jeunes feuilles de *platane*.

On sait que cet uréide, découvert en 1799 par Vauquelin et Buniva dans le liquide amniotique de la vache, a été, ensuite, rencontré dans l'urine de plusieurs animaux (Liebig, Salkowski, Wiechowski, Minkowski, Schittenhelm et Wiener, Underhill et Kleiner, Mendel et Brown, etc.) et aussi dans les végétaux (Schultze et ses élèves, Lippman, Richardson et Crampton, etc.).

([1]) Théorie pour $O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH-NH-CO-NH-\underset{|\,CO-NH}{CH}-NH\rangle CO + H^2O$ ou $C^{17}H^{16}O^5N^4$.

([2]) Théorie pour $O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH-NH-CO-NH-\underset{|\,CO-NH}{CH}-NH\rangle CO$ ou $C^{17}H^{14}O^4N^4$.

GÉOLOGIE. — *Des plissements de « l'Enceinte tassilienne » du Massif central saharien de l'Ahaggar*. Note de M. **Conrad Kilian**, présentée par M. L. Gentil.

I. Les parties nord et nord-est de l'Enceinte tassilienne du Massif central saharien, dont j'ai analysé ici deux parties (¹) : la région Tassirt-Iskaouen et l'Immidir, sont ridées suivant une direction subméridienne.

Ces plissements provoquent la projection d'apophyses anticlinales vers le Nord comme celles dont font partie les monts Tisekfa, d'Adrar n' Taserest (Djebel Tanelack), les monts d'Iraouen, les monts d'Aïne-Redjem, d'Idjeran, d Aïne Kahla, d'Hassi el Khenig? de Timerguerden et la crête entre Takcis et ouest de Meraguem.

Cette dernière région anticlinale est prolongée vers le Nord peut-être par les anticlinaux arasés de Beld el Mass, et d'Aïn Cheick-Aïn Chebbi, où le Cristallin semble à nu !?

On distingue, d'une manière générale, quatre régions anticlinales de l'Est à l'Ouest qui groupent ces rides :

Régions de *Tisekfa* entre les deux Isaouan, d'*Amguid* entre l'Isaouan n'Tifernin et les pays d'Abadra, d'*Aïne Redjem*, entre les pays d'Abadra et ceux de l'ouest d'el-Khenig et d'Elouatia, et enfin la région anticlinale de l'ouest de *l'Ahnet-Acedjerad*, entre les pays d'Elouatia et les pays inconnus de l'Ouest.

Ces régions anticlinales provoquent, le long du bord interne de l'Enceinte tassilienne, des avancées du pays cristallin qui donnent une allure festonnée « en guirlandes » à l'Enceinte tassilienne dans ces régions, Nord, Nord-Est et Nord-Ouest.

Les rides et ondulations sont généralement asymétriques. Le pendage du côté Est étant en général plus fort que le pendage du côté Ouest.

Elles ont l'allure de vagues allant vers l'Est (²).

On a parlé, pour certains de ces accidents, de *flexures* des grès, dues à l'existence de failles existant en profondeur dans le socle cristallin.

Je n'ai pas observé dans l'Enceinte tassilienne de flexures typiques de cet ordre, mais reconnu, au contraire, généralement, des ondulations, bombements, rides, etc., très nets.

(¹) *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 825; t. 176, 1923, p. 1240 et 1563.

(²) Je ne sais si cette formule tectonique est applicable à la partie orientale des Tassilis des Azgueurs que je n'ai pas explorée.

Par exemple, à Tidjoubar (ou Aïne Ben Mesis), se trouve un bombement de *grès inférieurs* allongé à peu près N. S très accentué et très caractéristique, qui incite à être très prudent avant d'adopter l'hypothèse de la formation des reliefs, dans l'Enceinte tassilienne, par failles en profondeur se traduisant par des flexures en surface.

Les plissements sont plus marqués dans la zone des Tassilis internes que dans celle des Tassilis externes. Il semble que les schistes argileux alunifères et leur cortège de schistes argileux multicolores, assez plastiques, aient amorti les mouvements des *grès inférieurs* qui se reflètent, atténués, dans les *grès supérieurs !*

II. *Quelle est l'histoire de ces mouvements de l'Enceinte tassilienne?*

Il est très difficile de formuler des affirmations, étant données l'incertitude qui existe encore sur l'âge de certaines formations (*Grès supérieurs*, par exemple) et les difficultés d'observations, par suite de l'ennoyage, relatives aux rapports précis qui existent entre certaines d'entre elles : il est difficile en particulier de savoir si les strates de certains bombements de *grès supérieurs* sont en légère discordance avec les formations meso?- et supra-dévoniennes moins plissées qui entourent ces bombements, et d'où ces bombements émergent (c'est le cas pour le Djebel Redjem).

C'est donc *sans certitude* qu'il convient, pour les rattacher à ceux qui ont été constatés dans le Nord-Ouest (Touat et Saoura) par Gautier et classés comme hercyniens, de considérer que les *principaux plissements* qui furent subis par les formations de l'Enceinte tassilienne, le furent à l'époque des *plissements hercyniens* (1).

III. Nous avons vu que des avancées du pays cristallin pénétraient l'Enceinte tassilienne, dans les régions anticlinales d'Aïne Redjem et d'Amguid.

La mise à nu du « Cristallin » dans l'axe de ces anticlinaux correspond à des dépressions, *sans doute parce que les gneiss, granits et micaschistes se désagrègent plus facilement que les grès quartziteux des Tassilis, et que, dès*

---

(1) Cette attribution aux plissements hercyniens des principaux mouvements qui ont agité l'Enceinte tassilienne est faite sans aucune certitude : *il se peut que ces mouvements soient calédoniens*, car je n'ai pu constater qu'il y ait concordance indubitable entre les formations de l'Enceinte tassilienne et les formations du Dévonien supérieur et du Carbonifère des pays Pré-tassiliens.

C'est *par tradition*, n'ayant pas encore de preuves décisives du contraire, que je qualifie encore ces mouvements de hercyniens dans cette Note ainsi que dans la précédente.

qu'ils sont mis à nu, les facteurs d'érosion ayant plus de prise sur eux, leur démolition est plus rapide.

C'est pour cette même cause sans doute que *le contact des « Grès inférieurs » avec les schistes cristallins se traduit par la saillie considérable des plateaux gréseux, sur le pays cristallin, par un « bâten » (falaise) imposant qui entoure comme d'une barrière tout ce pays cristallin au Nord-Est, Nord et Nord-Ouest.*

Pour expliquer la formation de cette imposante barrière, on a invoqué la présence d'une faille continue qui suivrait le bord interne des Tassilis internes.

La présence de témoins isolés de « *Grès inférieurs* » sur le *pays cristallin*, assez loin et en avant du « bâten », semble obliger soit à rejeter l'explication par faille d'une manière générale, soit à placer cette faille à une assez grande distance du « bâten » actuel, dans le Pays cristallin.

Ainsi la Cara Houlane, à une trentaine de kilomètres des Tassilis, domine, de son plateau escarpé de « *grès inférieurs* », le *pays cristallin* de l'Edjéré.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le rôle des glissements superficiels dans les formes du terrain du Morvan.* Note de M. A. **Boit**, présentée par M. Louis Gentil.

J'ai signalé précédemment (¹) l'influence des phénomènes de solifluxion sur la morphologie du Bas-Morvan. Des observations ultérieures m'ont permis de reconnaître cette influence sur tout le massif et d'en préciser quelques caractères qui montrent sa généralité.

Dans l'ensemble, le glissement des arènes, dans le Haut-Morvan, conduit à des formes moins évoluées, moins coordonnées, plus jeunes que celles du Bas-Morvan. Les *ouches* y sont plus rares et moins développées.

Déjà aux environs de Montsauche, le fond des vallées, au lieu du thalweg large, plat et empâté des *ouches* du pays de Saulieu, présente une multitude de ressauts.

A la « Tranchée Romaine » l'épaisseur de la couche d'arènes peut atteindre 5^{m}; tandis que les vallées voisines, entre la ligne du chemin de fer et le mont Moux, présentent un fond large mais bossué de petits tertres entre lesquels courent des filets d'eau.

(¹) *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 1422.

De même, la cuvette d'Arleuf, au sud-est de Château-Chinon, se présente comme un bas-fond parsemé de monticules.

Il semble bien que ces vallées soient une forme immédiatement préliminaire des *ouches* du Bas-Morvan. Les arènes, descendues des pentes, ont déjà envahi le fond des thalwegs, sans avoir atteint le nivellement presque parfait des vallées sèches. De nombreuses formes intermédiaires s'observent entre les *rideaux* rectilignes et les monticules ondulant le fond des vallées.

Enfin, sur tout le Haut-Morvan, les *rideaux* nets et accentués, parfois rares sur les versants, se rencontrent presque toujours à la base des collines.

Par endroits, ils se montrent très nettement distincts des terrasses d'érosion quaternaires.

Dès la station de Jarnoy, cette observation peut être faite. De même, le mont Moux et les hauteurs voisines sont, à leur base, entourés par des *rideaux*, dont la dénivellation est parfois très importante.

Au delà de Montsauche, entre Château et Planchez, au lieu dit « Les Douze-Lignes », de grands *rideaux* rectilignes se montrent en opposition très nette avec les terrasses quaternaires du ruisseau de Martelay.

A Planchez, les *rideaux* supportent des haies et se développent autour des mamelons 560 et 635. Par exception, les fonds des vallées rappellent les *ouches* du Bas-Morvan. Au contraire, entre l'Yonne et la Houssière, ils présentent des ressauts et forment des cuvettes. Les arènes se montrent alors sous une grande épaisseur, en particulier au grand coude de la route de Corency, sur le versant de la Houssière, et surtout près de la gare de Château-Chinon.

Si dans l'ensemble de la périphérie morvandelle, au Nord et à l'Est, les *rideaux* se montrent superposés en séries parallèles; au contraire, dans le Haut-Morvan, ils se groupent fréquemment en séries angulaires. Cette disposition trahit un manque de coordination dans le glissement.

Au sud-est de Château-Chinon, aux abords du village de Courty, dans les petites vallées qui confluent vers l'Yonne, les *rideaux* se croisent sous des angles parfois très aigus. Entre l'Yonne et la ligne du chemin de fer, aux premières maisons du village, une série de trois *rideaux* forme les côtés d'un rectangle ouvert face à l'Yonne et encadrant une tête de thalweg.

Dans toute cette région, l'emplacement des *rideaux* diffère totalement des limites de propriétés.

Les accidents dus à l'écoulement des arènes conduisent donc, dans le Haut-Morvan, à des formes plus variées, moins évoluées, plus indépendantes que dans le Bas-Morvan.

Enfin, pendant la saison pluvieuse actuelle, j'ai pu relever de nombreuses émergences à la base des *rideaux*. Cette observation peut être rapprochée

de celle de M. Auguste Michel-Lévy sur l'emplacement des sources morvandelles pérennes aux ruptures de pente : « Comme la plupart des vallons s'évasent brusquement à leur partie supérieure, c'est en général au droit de ce coude du profil que jaillissent les sources les plus fraîches. Partout ailleurs, il faut creuser pour mettre à jour le niveau aquifère qui continue son chemin et n'émerge même pas toujours dans les fonds des vallons les plus élevés » ([1]).

Il est donc permis de croire que les *rideaux* se forment sur des ressauts du sous-sol, comme l'a observé M. Louis Gentil ([2]).

Je signalerai en premier lieu les environs de Collonchèvre en bordure du chemin de fer. Plus à l'ouest, entre le réservoir des Settons et le même chemin de fer, j'ai relevé de nombreuses sources sortant des *rideaux*; la plus importante se montre près de la gare.

Comme les étangs ([3]) les sources sont tributaires des *rideaux*. Ainsi, toute la morphologie et même l'hydrologie morvandelles apparaissent sous la dépendance étroite des phénomènes de solifluxion. Après les observations faites en Picardie ([4]) ces phénomènes révèlent leur influence presque exclusive sur une vaste région. Sans nul doute, ils s'imposeront bientôt comme un facteur morphologique capital dans l'acheminement vers la pénéplaine.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variation séculaire de l'intensité du champ magnétique terrestre à Paris.* Note de M. **Ch. Maurain** et Mme **de Madinhac**, présentée par M. J. Violle.

L.-A. Bauer a évalué la variation séculaire de l'intensité du champ magnétique terrestre entre 1843 et 1883 en comparant, d'après les données réunies par plusieurs physiciens pour ces deux époques, les valeurs du moment magnétique de ce qu'on peut appeler l'aimant terrestre, c'est-à-dire de l'aimantation uniforme du Globe qui correspondrait aux termes du premier ordre dans la représentation analytique de l'ensemble du champ. Il trouve que ce moment a diminué pendant ces quarante années d'environ $\frac{40}{2600}$. Un travail analogue sur les données de 1890 et de 1900 l'a conduit à une diminution de $\frac{1}{2170}$ par an, très voisine de la précédente. Enfin il

---

([1]) *Annales de Géographie*, 1899, p. 20.

([2]) Louis Gentil, *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 291.

([3]) Mlle F. Brepson, *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 704.

([4]) Louis Gentil, *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 145 et 291.

a étudié les variations séculaires de 1900 à 1910 en utilisant une quantité qu'il appelle constante magnétique locale et qui est définie par

$$G = \sqrt{H^2 + \left(\frac{Z}{2}\right)^2},$$

H et Z étant les composantes horizontale et verticale du champ en un point donné. L'intérêt de cette quantité G est que, si le champ terrestre était dû à une aimantation uniforme du Globe, G serait égal à $\frac{M}{R^3}$, M étant le moment magnétique du Globe et R le rayon terrestre, de sorte que, en prenant pour H et Z les valeurs réelles, on peut considérer G comme définissant en quelque sorte le moment magnétique de l'aimantation terrestre d'après les données magnétiques en un point déterminé. En calculant les variations de G de 1900 à 1910 pour un certain nombre de stations, Bauer trouve pour presque toutes une diminution de G, et la moyenne des variations est encore une diminution, d'environ $\frac{1}{1500}$ par an (1).

Les variations séculaires sont faibles; or ce n'est qu'assez récemment que les résultats des mesures absolues faites avec divers appareils ont été comparés avec précision et que les mesures sont devenues ainsi comparables. Jusqu'à présent, ce sont surtout des séries de mesures prolongées effectuées en un même point avec les mêmes appareils qui peuvent donner des renseignements précis sur les variations séculaires.

On dispose à Paris d'une série ininterrompue de ce genre depuis 1883; plus exactement, les mesures ont été faites en deux stations très voisines de Paris, de 1883 à 1900 au Parc Saint-Maur, et depuis 1900 au Val-Joyeux. En calculant la quantité G d'après les valeurs moyennes annuelles de H et de Z pour cet intervalle de temps, nous avons trouvé non pas une décroissance continue, mais une croissance de 1883 à 1902 et une décroissance depuis 1902.

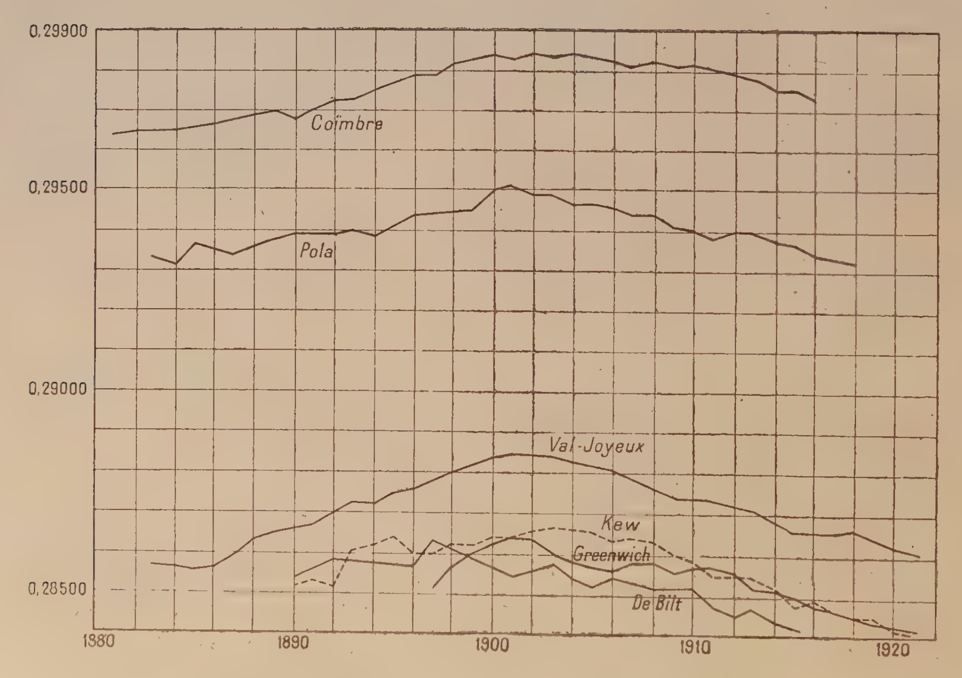
Le tableau et la courbe Val-Joyeux du graphique ci-après donnent cette variation; les valeurs correspondant au Parc Saint-Maur ont été rapportées au Val-Joyeux en utilisant les différences des valeurs des éléments magnétiques aux deux stations.

---

(1) L. A. Bauer, *Terrestrial Magnetism and atmospheric electricity*, 1904, p. 173, et 1914, p. 124.

TABLEAU.

	G (e. m.).		G (e. m.).		G (e. m.).
1883.....	0,28573	1896.....	0,28757	1909.....	0,28737
1884.....	562	1897.....	781	1910.....	744
1885.....	558	1898.....	803	1911.....	735
1886.....	563	1899.....	815	1912.....	721
1887.....	597	1900.....	839	1913.....	706
1888.....	634	1901.....	841	1914.....	683
1889.....	649	1902.....	844	1915.....	655
1890.....	659	1903.....	838	1916.....	657
1891.....	671	1904.....	826	1917.....	653
1892.....	699	1905.....	817	1918.....	660
1893.....	728	1906.....	803	1919.....	643
1894.....	721	1907.....	785	1920.....	623
1895.....	742	1908.....	758	1921.....	609



Pour rechercher si ce mode de variation s'étend aux régions voisines, nous avons fait le même calcul pour d'autres stations de l'Europe occidentale dans lesquelles ont été effectuées des séries assez prolongées de mesures. Le graphique donne la variation de G pour Coïmbre, Pola, De Bilt, Kew et Greenwich. On voit que l'ensemble des résultats confirme l'existence d'un maximum de G vers l'époque 1902.

On peut remarquer que la valeur de G croît avec la latitude des stations, ce qui est d'accord avec la variation trouvée par Bauer pour les valeurs du moment magnétique de l'aimant terrestre déduites de la représentation analytique du champ appliquée aux données magnétiques des régions de diverses latitudes.

La variation de G ne paraît pas liée à la variation périodique des taches solaires.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur l'emploi du chlorure de sodium comme étalon dans le dosage des halogènes de l'eau de mer.* Note de MM. **J. Giral** et **F.-A. Gila**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Comme suite à notre Note publiée dans les *Comptes rendus* (¹) et pour confirmer la proposition de M. Gabriel Bertrand, adoptée par la Commission des Produits purs de la IIIᵉ Conférence internationale de la Chimie (²), nous avons fait des analyses précises en vue de déterminer l'influence des sels marins autres que les chlorures sur le dosage gravimétrique de ces derniers.

Nous avons employé une solution type faite avec du chlorure de sodium dissous dans l'eau distillée, à la concentration en ion Cl voisine de celle de l'eau de mer (2-3 pour 100). Cette solution, dosée gravimétriquement avec toutes les corrections (pesée réduite au vide, température, solubilité du ClAg, etc.) nous a donné :

	I.	II.	III.	Moyenne.
Cl pour 1000	20,42	20,40	20,36	20,39

D'un autre côté, nous avons préparé des solutions de sulfates de sodium, de calcium et de magnésium pour rechercher l'influence des ions SO^4, Ca et Mg sur le dosage du Cl dans la solution type. Ces solutions ont été faites aux concentrations suivantes :

$SO^4.Na^2 + 10H^2O$ à 5 pour 100 (contenant 50 fois plus d'ions SO^4 que l'eau de mer);

$SO^4.Mg + 7H^2O$ à 15 pour 100 (100 fois plus concentrée en ions Mg que l'eau de mer);

$SO^4.Ca + 2H^2O$ saturée à froid (à peu près à la même concentration en ions Ca que l'eau de mer).

(¹) Odón de Buen et José Giral, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 177.

(²) *C. R. de la IIIᵉ Confér. intern. de Chimie* (Lyon, 1922), p. 54.

Les séries d'analyses faites après avoir mélangé ces solutions avec la solution type de chlorure de sodium ont donné les résultats suivants :

I. Avec le $SO^4Na^2 + 10H^2O$ à 5 pour 100 :

Grammes de solution type employés.	Centimètres cubes ajoutés de : Solution I.	Chlore trouvé pour 1000.
20,4273	2	20,43
20,1694	10	20,44
21,2883	10	20,31
20,4565	20	20,39
20,9890	20	20,42

II. Avec le $SO^4Mg + 7H^2O$ à 15 pour 100 :

	Solution II.	
19,6519	2	20,43
20,2849	2	20,46
18,6650	10	20,47
19,1359	10	20,47
19,6273	20	20,45
19,8128	20	20,45

III. Avec le $SO^4Ca + 2H^2O$ saturé :

	Solution III.	
21,6547	20	20,30
22,3326	20	20,42
20,9461	50	20,46
20,9770	50	20,47
20,0143	100	20,44
20,4073	100	20,49

On voit que toutes les différences entre les chiffres de la dernière colonne et la moyenne trouvée avec la solution type (20,39) restent comprises dans les limites d'erreur et atteignent seulement la seconde décimale pour 1000.

Il est donc permis de conclure : 1° que les sels existant dans l'eau de mer n'ont pas d'influence appréciable sur la détermination quantitative du chlore et 2° que l'on doit employer pour le dosage comparatif du chlore et des halogènes dans l'eau de mer une solution type préparée avec du chlorure de sodium pur et de l'eau distillée. Cette solution est plus facile à se procurer et à contrôler que l'eau de Christiania employée jusqu'ici.

PALÉONTOLOGIE. — *Rapports entre l'ivoire et l'émail dentaires chez un poisson fossile* (*Sargodon*). Note de M. **J.-J. Thomasset**, présentée par M. Émile Haug.

L'émail est généralement moins développé chez les Poissons que chez les autres Vertébrés, et les canalicules de l'ivoire pénètrent plus profondément à travers cet émail. On admet que ces canalicules, une fois engagés dans le tissu adamantin, ne s'y ramifient jamais.

Un Ganoïde, *Sargodon tomicus* (Plieninger), dont les dents sont communes dans les bone-beds de l'étage Rhétien, montre entre l'ivoire et l'émail des rapports plus complexes que ceux généralement connus entre les tissus dentaires des Poissons actuels et fossiles.

Ces dents sont de plusieurs sortes et assez différentes pour qu'incisives et molaires aient été placées autrefois dans deux genres distincts. Cependant leur structure est la même. Macroscopiquement, sous un émail transparent, tout l'ivoire paraît piqueté; cette particularité, comme nous le verrons, est due aux émergences de sa surface.

En coupe, on observe un émail extrêmement épais, qui peut dépasser le tiers de l'épaisseur de la dent. L'ivoire en diffère par sa couleur brune et ses lignes d'accroissement, alors que l'émail paraît homogène, anhiste et incolore. *Cet ivoire*, au lieu de présenter l'habituelle surface rectiligne et régulière, *forme des digitations nombreuses* qui pénètrent dans l'émail et dont la dimension est assez considérable pour qu'on les distingue à l'œil nu. Ces prolongements, qui sont parfois bifurqués, contiennent en leur milieu un canal venant sans doute de la pulpe, mais dont les coupes ne permettent pas de suivre tout le trajet. Ce sont donc bien de vraies ramifications du tissu éburnéen et non des saillies localisées à sa périphérie.

Des canicules très nombreux parcourent l'ivoire, s'y divisent et s'y anastomosent irrégulièrement. Arrivés à l'émail, ils y pénètrent et aussitôt acquièrent un calibre plus considérable. *Ils se bifurquent* dans les premières couches de ce tissu, parfois même se trifurquent, et les branches issues de cette première division peuvent plus loin se diviser encore. Leur trajet, souligné par des granules minéraux placés à leur intérieur, s'observe avec la plus grande netteté.

La surface de l'ivoire apparaît ainsi hérissée, couverte d'un buisson touffu de canalicules, qui très irrégulièrement s'enfoncent dans l'émail, s'y croisent dans toutes les directions et envahissent la plus grande partie

du tissu adamantin. C'est à partir de l'extrémité distale des digitations d'ivoire que les plus longs canalicules plongent dans l'émail, c'est là qu'ils sont les plus nombreux et produisent ainsi un aspect caractéristique de pinceau. Ces canalicules ne cheminent pas dans l'émail en ligne droite, mais en courbe, et se terminent en s'effilant.

Il existe une corrélation d'ordre indéterminé entre l'énorme développement de l'émail et les nombreuses ramifications de l'ivoire, ainsi qu'une dépendance mutuelle des deux tissus. Ceux-ci se pénètrent intimement, quoique leur démarcation reste très nette, l'ivoire ayant sans doute un rôle de soutien et de nutrition vis-à-vis de l'émail dont le grand développement a peut-être entraîné cette pénétration particulière de l'ivoire dans l'émail. On ne peut expliquer par le seul examen d'un tissu fossile l'origine et le mode de formation de cette structure.

Sargodon est un exemple nouveau des rapports complexes qui peuvent s'établir entre les tissus dentaires par suite de leur interpénétration.

BOTANIQUE. — *Sur les homologies des feuilles cotylédonaires.* Note de M. **P. Bugnon**, présentée par M. Guignard.

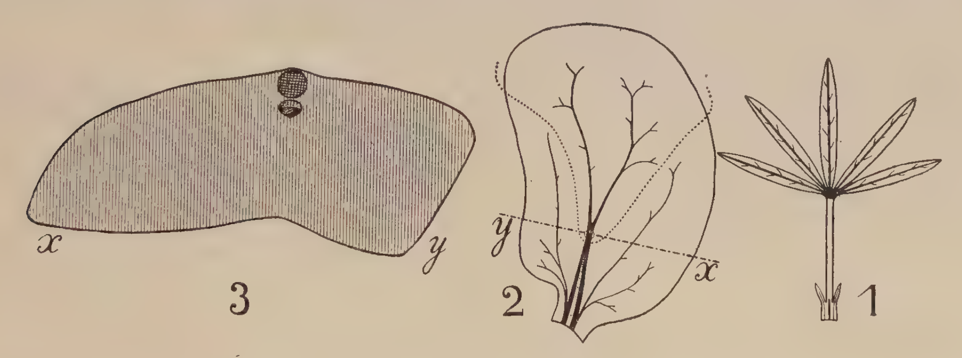
Les cotylédons qui deviennent épigés au cours de la germination prennent souvent l'aspect et les fonctions de feuilles végétatives; ils présentent, à l'extrémité d'un pédicule plus ou moins allongé qu'on nomme *pétiole*, une portion aplatie en lame qu'on nomme *limbe*. L'emploi de ces termes traduit-il autre chose que des homologies physiologiques entre les feuilles cotylédonaires et les feuilles végétatives de la même plante? La question doit se poser quand des différences morphologiques importantes existent, comme c'est souvent le cas, entre ces deux catégories de feuilles.

Chez les Papilionacées, par exemple, les feuilles végétatives ont des stipules et un limbe habituellement composé, tandis que les cotylédons sont à lame simple et apparemment dépourvus de stipules. Si tous les pétioles sont homologues, on doit en conclure que les stipules font défaut aux feuilles cotylédonaires. Toutefois, dans les cas analogues à celui de la Fève (*Faba vulgaris* Moench), on trouve, entre les feuilles végétatives typiques de la plante et les cotylédons, quelques feuilles morphologiquement intermédiaires qui permettent d'attribuer des homologies tout autres aux feuilles cotylédonaires. En rappelant ce cas dans un travail anté-

rieur [1], j'ai montré que le limbe des cotylédons y pouvait être interprété comme le résultat de la concrescence des trois lobes primordiaux de l'ébauche foliaire : lobe médian, dont le développement produit le limbe et le pétiole dans les autres feuilles, et lobes stipulaires latéraux. J'ai proposé pour un tel limbe le nom de *phyllode d'ébauche foliaire*. Le pétiole qui supporte ce limbe est un *pétiole de base foliaire*, *infrastipulaire*, non homologue du pétiole suprastipulaire des feuilles végétatives.

Mais, chez beaucoup de Papilionacées, les intermédiaires manquent entre les feuilles cotylédonaires et les feuilles végétatives typiques, et l'interprétation phyllodienne des premières ne semble pouvoir être étayée sur des preuves directes. L'anatomie comparée peut cependant fournir de telles preuves ; l'exemple suivant, qui le démontre, est emprunté au *Lupinus angustifolius* L.

Dans cette espèces, les deux premières feuilles végétatives, opposées-décussées avec les cotylédons, présentent un limbe composé-palmé ayant en général 5 folioles penninerviées de 3^{cm} de longueur environ, 1 pétiole à peu près de même longueur et 2 stipules qui surmontent, de part et d'autre de la base pétiolaire, une base foliaire haute de quelques millimètres (*fig.* 1) ; les folioles sont brièvement pétiolulées, avec renfle-



Lupinus angustifolius L.

Fig. 1. L'une des deux premières feuilles végétatives; × 3/5. — Fig. 2. Nervation principale d'un cotylédon ; × 3. — Fig. 3. Coupe transversale d'un cotylédon suivant la ligne *xy* de la figure 2 ; la coupe du faisceau libéroligneux médian et celle du nodule ont seules été indiquées ; × 10.

ment moteur à l'articulation. De très bonne heure, sur les flancs de l'ébauche foliaire, apparaissent les deux lobes latéraux stipulaires ; les lobes foliolaires ne se forment qu'ensuite, aux dépens du lobe médian ; l'élongation du pétiole se produit en dernier lieu. L'appareil conducteur de la feuille est formé d'abord des trois faisceaux corres-

---

[1] P. Bugnon, *L'organisation libéroligneuse des cotylédons et de l'hypocotyle expliquée par la théorie du raccord, chez la Mercuriale* (Mercurialis annua *L.*) (*Bull. Soc. Linn. Norm.*, 7e série, t. 5, 1923, p. 84).

pondant aux trois lobes primordiaux; ces faisceaux constituent d'ailleurs seuls la trace foliaire de la feuille adulte.

Les cotylédons, considérés au moment où les deux premières feuilles végétatives commencent à se déployer, offrent un limbe charnu, simple, un peu réniforme, asymétrique par conséquent, avec un côté convexe et un côté concave, à base légèrement cordée du côté concave; ce limbe est supporté par un court pétiole; sa nervation est facile à observer après déshydratation par la série des alcools et éclaircissement par l'essence de cèdre. Elle comprend essentiellement une nervure médiane, dichotome une première fois vers le quart inférieur du limbe et deux nervures latérales ramifiées (*fig.* 2). Immédiatement au-dessous du niveau où la nervure médiane se bifurque, entre le faisceau libéroligneux et l'épiderme dorsale, existe un nodule particulier, d'environ $\frac{3}{10}$ à $\frac{4}{10}$ de millimètre de diamètre; il est formé d'un tissu à petits éléments qui dérivent du recloisonnement répété, d'abord tangentiel, des cellules du parenchyme cortical; il détermine une légère protubérance sur la face dorsale du cotylédon (*fig.* 3).

Un tissu semblable se rencontre dans les feuilles végétatives, au dos de leur nervure médiane, dans la région d'articulation de la foliole médiane sur le pétiole.

Quelle que soit sa signification physiologique, ce tissu spécial, ainsi localisé, permet d'homologuer les régions foliaires où il existe. La base du limbe des feuilles végétatives correspond donc au point où, dans le limbe cotylédonaire, la nervure médiane se bifurque. Le limbe tout entier des feuilles végétatives doit être homologue de la partie du limbe cotylédonaire qui est desservie par les ramifications dichotomes de la nervure médiane (partie entourée d'une ligne pointillée dans la figure 2). Les deux régions latérales du limbe cotylédonaire, avec leur nervation propre, doivent correspondre aux stipules, la différenciation tardive d'un pétiole n'étant pas intervenue ici pour éloigner le lobe médian des deux lobes latéraux dans l'ébauche primitive. Le pétiole cotylédonaire doit être l'équivalent de la base foliaire, infrastipulaire, des feuilles végétatives.

En résumé, chez le *Lupinus angustifolius* et chez toutes les espèces de Lupins qui présentent pareillement un nodule de tissu recloisonné au dos de la nervure médiane cotylédonaire, au-dessous de sa première dichotomie, les cotylédons peuvent être interprétés comme des *phyllodes d'ébauches foliaires*.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'hérédité en mosaique de la duplicature des fleurs de* Cardamine pratensis *var.* Note de M. L. **Blaringhem**, présentée par M. L. Guignard.

Depuis des siècles (Clusius, 1601), on signale une variété de Cardamine à fleurs doubles et prolifères, formant çà et là des populations dispersées, ne donnant ni fruits, ni graines, par suite de la prolifération de tous les ovaires avec emboîtements successifs de houppes de pétales; on la suppo-

sait échappée des jardins et uniforme, propagée par le bouturage des lobes des feuilles. J'ai constaté (¹) qu'elle présentait, selon les stations, des caractères différentiels jordaniens et, depuis 1912, je cherche à mettre en évidence le mécanisme par lequel des mutations identiques ont pu se produire en divers points. Certaines circonstances m'ont fait croire que l'hybridation, à partir d'une première mutation, pourrait donner l'explication cherchée, d'où la mise en œuvre d'une série d'expériences dont le détail a été exposé ailleurs (²).

En 1913, j'ai découvert que les plantes à fleurs prolifères donnent souvent quelques étamines renfermant, malgré leur déformation pétaloïde, un pollen actif. Des *Cardamine pratensis* à fleurs simples, autostériles et isolées après section, formant une lignée homogène du Laboratoire de Chimie végétale de Bellevue, ont été fécondées, en 1913 et 1914, avec le pollen d'une population à fleurs doubles de l'étang de Trivaux à Meudon (Seine-et-Oise); j'obtins 13 plantules perdues au cours des hostilités; les mêmes essais, réussis en avril 1920, fournirent 320 graines, puis 112 plantes toutes fleuries actuellement.

Première génération. — Les plantes F_1 sont exceptionnellement vigoureuses; au début de la floraison, toutes, sans exception, portent des fleurs simples et les fruits formés sont très fertiles. Mais les déviations apparaissent au cours de la saison : la majorité des plantes donne de nombreuses graines et les axes et pédoncules floraux se dessèchent; en 1922, comme en 1923, 13 plantes ont boudé, leurs fruits ne se sont pas desséchés et des gonflements caractéristiques de la prolifération de l'ovaire sont apparus *simultanément* sur l'axe principal et sur les ramifications latérales. La figure 2 représente la hampe la plus déformée en 1923 de cette série; la figure 1, une hampe en mosaïque dont les fleurs inférieures normales ont évolué en fruits, et les fleurs terminales, dernières venues, sont nettement prolifères (en *s* traces des premiers sépales tombés, en *p* axe avec valves sépaloïdes englobant la touffe des pétales). La mosaïque est très frappante sur la figure 1; la prolifération en première et en seconde génération offre cependant, le plus souvent, les caractères de la figure 2, ovaires pédonculés à parois gonflées, déformées, avec graines plus ou moins fécondes à la pointe et métamorphose tardive des ovules inférieurs en houppe de pétales, visibles en p_1, par déchirure des parois de l'ovaire. Ainsi, *au début de la floraison, dominance complète de la fleur simple sur la fleur double et prolifère; en fin de saison*, sur un dixième des individus, *mosaïque* remarquable des caractères des ascendants, *caractéristique de l'hérédité naudinienne.*

(¹) *Fleurs prolifères de la Cardamine des prés* (*Bull. Soc. bot. France*, t. 60, 1913, p. 304 et 1 figure).

(²) *Note préliminaire sur l'hérédité de la prolifération et de la duplicature chez* Cardamine pratensis (*Bull. Soc. Pathologie végétale*, t. 9, 1922, p. 138-144 et 1 figure).

Deuxième génération. — Les étamines développées en *s* (*fig.* 1) des *Cardamine mosaïque* donnent du bon pollen que j'utilise en 1922 pour féconder les fleurs tardives normales F_1. La combinaison *Cardamine* $F_1 \times$ *Cardamine mosaïque* F_1 me donne 215 bonnes graines, dont 200 sont semées en juillet; 98 plantes repiquées en pleine terre en octobre fournissent de belles plantes fleuries en avril-mai 1923; 10 manifestent la mosaïque et il n'y a aucun retour complet aux fleurs doubles.



Cardamine pratensis forme Mosaïque F_1.

La combinaison *Cardamine mosaïque* $F_1 \times$ *Cardamine mosaïque* F_1, réalisée avec beaucoup de peine, fournit 111 graines, dont 100 sont semées de même; j'obtins 47 plantes en fleurs, dont 39 uniquement à fleurs simples; 5 présentent la mosaïque; 3 à ovaires prolifères avortés sont stériles. Au total : 300 graines donnent 145 plantes dont 127 à fleurs simples, 15 mosaïques et 3 fleurs prolifères; *les proportions* correspondantes 42 : 5 : 1 ou encore 7 : 1 *ne sont pas mendéliennes.*

J'ai fait aussi les croisements de l'hybride avec les parents : *Cardamine simple* $\times$ *Cardamine mosaïque* F_1 donne 62 graines dont j'élève avec peine 19 plantes, 6 sont des mosaïques et 3 prolifères à fruits stériles. De même, l'opération réciproque *Cardamine mosaïque* $F_1 \times$ *Cardamine prolifère* donne 25 graines peu mûres, dont j'obtiens difficilement 12 plantes, 10 à fleurs simples et 2 mosaïques. Quelle que soit la combinaison, *la deuxième génération se comporte sensiblement comme la première génération.*

La duplicature et prolifération de la Cardamine des prés, anomalie grave, ne suit pas dans ses croisements avec la souche les règles de l'hérédité mendélienne. Elle se comporte comme la pélorie de *Digitalis purpurea* (¹) et, comme dans cette lignée, je mets en évidence des tendances aberrantes qu'on n'a pas encore signalées dans la nature. Ainsi, il n'est pas question dans les cinquante descriptions données de la Cardamine prolifère d'aucune plante mosaïque fertile et j'en obtiens de remarquables échantillons; j'ai obtenu aussi, une fois, une plante dont la hampe principale dressée et courte, non fasciée, se termine par une houppe de feuilles en rosette où se développent quelques fleurs fertiles et longuement pédonculées, aberration tout à fait exceptionnelle. Les plantes mosaïques sont héréditaires, à la façon des races pauvres. Il semble bien, d'autre part, que la prolifération, ainsi que la mosaïque, sont d'autant plus fréquentes, dans une descendance, que la vitalité des graines qui la fournit est moindre, rapprochements intéressants avec les *Œnothera* mutantes.

Mais, dans cette Note, je veux surtout mettre en relief une règle dont j'ai donné de nombreux exemples. La duplicature de même que la pélorie sont *des aberrations graves* altérant l'exercice de fonctions physiologiques importantes de l'espèce; *elles échappent, dans leurs croisements avec l'espèce, aux règles ordinaires du retour*, selon les lois du calcul des probabilités, règles de Mendel qui s'appliquent rigoureusement dans le cas des croisements de variétés, altérations superficielles et sans gravité pour l'avenir de l'espèce.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le vide comme moyen de prolonger la faculté germinative des graines.* Note de M. A. **Guillaumin**, présentée par M. H. Lecomte.

C'est un fait connu [Kochs (²), Romanes (³), E. Laurent (⁴), Maquenne (⁵), P. Becquerel (⁶)] que de nombreuses graines, sinon toutes, conservent leur pouvoir germinatif dans le vide au moins pendant un certain temps.

(¹) L. Blaringhem, *Hérédité et nature de la pélorie de* Digitalis purpurea *L.* (*Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 252).

(²) *Biol. Centralb.*, t. 10, 1890, p. 673-686.

(³) *Proceed. Roy. Soc. of London*, t. 54, 1893, p. 335.

(⁴) *Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 1091-1092.

(⁵) *Comptes rendus*, t. 134, 1897, p. 1243.

(⁶) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 9ᵉ série, t. 5, 1907, p. 193-311.

L'absence d'air prolonge la faculté germinative du Panais [Maquenne ([1])], des graines oléagineuses (Colza, Chou, Moutarde, Cumin, Cerfeuil, Courge, non le Pavot) et du Café [E. Laurent ([2])]; pour le Blé, les résultats paraissent contradictoires, puisque Maquenne ([1]) a obtenu une germination normale après 2 ans de conservation dans le vide sec, après *dessiccation dans le vide,* tandis que E. Laurent ([2]) a constaté une moins bonne germination après 2 ans de séjour dans le vide *sans dessiccation artificielle préalable.*

Les expériences les plus prolongées, celles de E. Laurent, ne dépassent pas 7 ans et 4 mois; grâce à M. Matout, j'ai pu faire des essais de germination avec des graines de plantes utiles conservées à l'abri de l'air pendant 12 ans et 4 mois. Récoltées au Muséum en 1910, les graines furent mises en tubes, *sans dessiccation artificielle préalable*, en janvier 1911; les tubes furent scellés dès que le vide, obtenu au moyen d'une trompe à mercure, fut suffisamment constant, et conservés à l'abri de la lumière.

J'ai semé comparativement les graines des mêmes espèces ayant exactement ou sensiblement le même âge ([3]), conservées en sachet, dans un tiroir d'une pièce bien sèche de la Graineterie, c'est-à-dire gardées dans les meilleures conditions possibles, car il est prouvé, depuis longtemps, que les graines se conservent mieux en sachet ou en bocal, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

Le pouvoir germinatif normal du Blé dépasse 10 ans [Burgenstein ([4])], celui du Radis est de 5 ans mais peut atteindre et dépasser 10 ans [Vilmorin ([5])], celui de la Laitue est compris entre 5 et 9 ans [Duhamel du Monceau ([6]), Alph. de Candolle ([7]), Burgenstein ([4]), Vilmorin ([5])]; quant au Cerfeuil musqué, il ne germe que pendant 1 an [Vilmorin ([5])]; les graines de Radis, de Blé et de Laitue arrivaient donc à la limite de leur faculté germinative ou l'avaient légèrement dépassée, celles de Cerfeuil musqué l'avaient largement dépassée.

Voici les résultats obtenus :

([1]) *Loc. cit.*

([2]) *Loc. cit.*

([3]) Radis (1910), Blé (1909), Laitue (1908), Cerfeuil musqué (1910).

([4]) *Verhand. Zool. Bot. Ges. Wien*, t. 45, 1895, p. 414.

([5]) *Les plantes potagères*, 3e édition, 1904, p. 684-687.

([6]) *Traité des semis*, 1760, p. 93-95.

([7]) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 3e série, t. 6, 1846, p. 573.

Graines :	Conservées dans le vide.	Conservées à l'air.
Radis	Germination excellente, très régulière.	Germination médiocre et irrégulière.
Blé	id.	0
Laitue	id.	0
Cerfeuil musqué	0	0

Ces faits laissent entières les deux hypothèses : « vie suspendue » ou « vie anaérobie intracellulaire » émises pour expliquer la vie latente. En effet, dans l'expérience relatée ci-dessus, on n'a pas cherché à arriver à la dessiccation absolue obtenue en « opérant dans le vide, avec de la baryte caustique anhydre pendant au moins trois mois, à une température de 45° [P. Becquerel (1)].

Ils confirment que sans suivre une technique qui ne peut entrer dans la pratique courante, mais en employant *des procédés simples et facilement réalisables, on peut prolonger le pouvoir germinatif des graines.* Si leur efficacité n'est pas indéfinie, ils pourraient au moins faciliter le transport des semences de certaines plantes utiles dont le pouvoir germinatif très court rend l'introduction particulièrement difficile.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Adaptation à la vie aérienne d'une Algue verte du groupe des Volvocales* (Chlamydomonas fungicola *n. sp.*). Note de M. **A. de Puymaly**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Depuis les observations de De Toni et Levi (2), de Lagerheim (3) et de Dangeard (4), on sait que le revêtement vert qui tapisse fréquemment le chapeau de certaines Polyporacées est dû, non pas à la présence de Bactéries vertes, comme le croyait van Tieghem (5), mais au développement d'une petite Chlorophycée uni ou paucicellulaire, le *Stichococcus bacillaris*

(1) *Loc. cit.*

(2) G.-B. De Toni et D. Levi, *Intorno ad una Palmellacea nuova per la Flora Veneta* (*Notarisia*, II, 1887, p. 281).

(3) G. Lagerheim, *Ueber eine durch die Einwirkung von Pilzhyphen entstandene Varietät von* Stichococcus bacillaris *Näg.* (*Flora*, 71 Jahrg., 1888, p. 61).

(4) P.-A. Dangeard, *Observations sur le groupe des bactéries vertes* (*Le Botaniste*, 4e série, 1894-1895, p. 1).

(5) Ph. van Tieghem, *Observations sur des Bactériacées vertes* (*Bull. de la Soc. bot. de France*, t. 27, 1880, p. 174).

Naeg. D'autres Algues, cependant, accompagnent presque toujours cette dernière et leur ensemble constitue une florule fongicole des plus curieuses, à peu près inconnue et sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir. Dans cette Note, je désirerais m'occuper d'une espèce dont la présence sur un substratum aérien est singulière et tout à fait inattendue. Il s'agit, en effet, d'un *Chlamydomonas*, c'est-à-dire d'un genre d'algues appartenant à l'ordre des *Volvocales*, chez lequel les auteurs admettent que *l'état végétatif est représenté par des cellules ciliées et motiles*.

Dans les premiers jours de mars, je récoltais aux alentours de Bordeaux, sur une souche de chêne, à 30^{cm} environ au-dessus du sol, quelques champignons lignicoles du genre *Lenzites* Fr., dont la surface revêtue d'un enduit vert assez étendu, offrait, entre autres espèces, le *Chlamydomonas* en question. Sur ce *substratum* simplement humide, l'Algue naturellement n'était pas motile et se trouvait sous deux états bien différents. En certains points elle formait des amas mucilagineux dans lesquels étaient plongées des cellules sphériques, la plupart en voie de division. Le rouge de ruthénium se fixait fortement sur le mucilage de nature pectique et en révélait la structure. Celle-ci rappelait ce que l'on voit chez les *Glœocapsa* et les *Glœocystis* : les cellules enveloppées chacune d'une série de gaines mucilagineuses concentriques, emboîtées les unes dans les autres, restaient pendant quelque temps incluses dans le mucilage de leur cellule mère également stratifié et dont les couches les plus externes confluaient en une substance d'apparence homogène fixant beaucoup moins énergiquement le colorant. En un mot on avait ici affaire à ce que l'on a maintes fois décrit chez les *Chlamydomonas* sous le nom d'état *Palmella* ou mieux sous celui d'état *Gloeocystis*.

Cet état, que j'ai rencontré seulement sur un échantillon de *Lenzites*, ne semble pas être celui que l'Algue revêt le plus fréquemment, du moins à cette époque de l'année. Le plus souvent, la plante se présente sous forme de cellules isolées ovoïdes ou subsphériques qui ont plus ou moins conservé l'aspect et la structure des cellules végétatives ordinaires des *Chlamydomonas*, mais qui n'en possèdent ni les cils ni la motilité. Certaines de ces cellules, munies de substances de réserve et d'une membrane plutôt épaisse, semblent mener une vie quiescente. Mais la plupart, pourvues d'une membrane mince, sont le siège d'une division active et donnent naissance à un certain nombre de cellules filles, comme le fait d'ordinaire la cellule motile d'un *Chlamydomonas* parvenue au repos. Chaque cellule mère produit ainsi 2, 4 ou exceptionnellement 8 cellules filles. Celles-ci, dont la libération a toujours été observée dans une goutte d'eau et résulte de la gélifi-

cation de la membrane de la cellule mère, se montrent sous deux aspects bien différents suivant les circonstances. Tantôt biciliées et motiles, elles sont en tous points comparables aux cellules végétatives ordinaires des *Chlamydomonas* aquatiques; tantôt elles ont perdu cils et motilité et ressemblent à la cellule mère dont elles proviennent; cependant, nombre de ces cellules filles non motiles montrent encore un point rouge plus ou moins bien conservé. Le stade motile, qui est l'état habituel des *Chlamydomonas* aquatiques, n'a donc pas complètement disparu chez cette espèce aérienne; mais, pour qu'il apparaisse, il faut que certaines conditions ambiantes (notamment pluie ou rosée abondante) se manifestent au moment opportun. De plus, son existence est toujours de courte durée; même lorsque les cellules ciliées sont maintenues dans l'eau, elles conservent peu de temps leur motilité.

L'Algue en question n'a pu être identifiée d'une manière parfaite avec l'une des 29 espèces que contient la monographie relativement récente de Wille ([1]). Rappelant par maints caractères le *Chl. intermedia* de Chodat ([2]), elle s'en distingue cependant par des dimensions moindres (les cellules motiles sont ordinairement longues de 11^{μ} à 13^{μ} et larges de 8^{μ} à 9^{μ}) et surtout par la position latérale du pyrénoïde, situé dans un lobe interne du chromatophore à peu près à mi-chemin entre les deux pôles de la cellule. Il s'agit donc très probablement d'une espèce nouvelle dont je donnerai la diagnose et le dessin dans une publication ultérieure. Je la nommerai *Chl. fungicola* n. sp. en raison de sa fréquence sur les Champignons. Je l'ai, en effet, retrouvée non seulement sur d'autres *Lenzites* croissant à quelques mètres des premiers, mais également sur des *Polystictus* Fr. et des *Lenzites* provenant d'autres stations très éloignées. On se trouve donc ici en présence d'une Volvocale franchement adaptée à la vie aérienne. Cette adaptation, on vient de le voir, a eu pour résultat *de rendre éventuel et éphémère le stade cilié et motile, qui est au contraire habituel et persistant chez les* Chlamydomonas *aquatiques et, inversement, de donner aux stades, qui chez ces derniers sont transitoires, l'importance d'états végétatifs.*

([1]) N. Wille, *Algologische Notizen* IX-XIV-XI. *Ueber die Gattung* Chlamydomonas (*Nyt Magazin for Naturvidenskaberne*, Bd 41, 1903, p. 109).

([2]) R. Chodat, *Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées* (*Bull. Herb. Boiss.*, II, 1894); *Monographies d'Algues en culture pure* (*Matériaux pour la flore cryptog. Suisse*, Berne, 1913, p. 169).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude biochimique sur la composition du* Monotropa Hypopitys *L.: obtention d'un glucoside nouveau, la monotropéine.* Note de M. **Marc Bridel**, présentée par M. L. Guignard.

J'ai montré, en collaboration avec Mlle M. Braecke, que le noircissement d'un certain nombre de Scrofulariacées (Mélampyres, etc.) au cours de leur dessiccation était dû à la décomposition d'un glucoside contenu dans ces plantes et que ce glucoside était identique à l'aucubine, glucoside de l'*Aucuba japonica* L. (1).

D'autres plantes possèdent également la propriété de noircir pendant la dessiccation, et la cause de ce noircissement n'est pas encore déterminée. Parmi elles, le *Monotropa Hypopitys* L. occupe une place spéciale par le fait qu'il est dépourvu de chlorophylle.

Il m'a semblé qu'il pouvait être intéressant de rechercher si le noircissement de cette plante était également dû à la décomposition d'un glucoside et, le cas échéant, si ce glucoside était le même que celui des Scrofulariacées que nous avions étudiées précédemment. En conséquence, j'ai soumis le *Monotropa Hypopitys* L. à l'essai biochimique à l'invertine et à l'émulsine. L'essai a porté sur des plantes récoltées aux environs de Mantes le 5 juin 1921. Ces plantes n'étaient pas encore fleuries; la hampe florale était encore en crosse et leur partie inférieure très fortement renflée. Elles ont été traitées par l'alcool bouillant le lendemain de leur récolte. L'essai effectué sur un liquide aqueux, dont 100^{cm^3} correspondaient à 100^{g} de plantes fraîches, a donné les résultats suivants :

Rotation initiale ($l = 2$)	3°48′
Sucre réducteur initial (pour 100^{cm^3})............	$0^{g},947$

On a fait agir l'invertine. L'action s'est prolongée pendant plus de 15 jours et l'on a obtenu finalement les chiffres suivants :

Rotation après action de l'invertine..............	6° 7′
Sucre réducteur après action de l'invertine......	$2^{g},673$

Soit une augmentation de la déviation gauche de 2°19′ et une formation de $1^{g},726$ de sucre réducteur. L'indice est de 745, notablement différent de celui du saccharose, 603. On peut donc penser que le *Monotropa Hypopitys* L. renferme un sucre qui n'est pas du saccharose.

(1) M. Bridel et Mlle Braecke, *Bull. Soc. Chim. biol.*, t. 4, 1922, p. 96.

L'action de l'émulsine s'est prolongée pendant plus de 4 mois. Dans les 3 premières semaines, il n'y a eu qu'un recul faible de la déviation vers la droite de 12′, la quantité de sucre réducteur augmentant de $0^g,091$ pour 100^{cm^3}. Il s'était fait en même temps un volumineux précipité, mais la teinte du liquide n'avait pas changé. Si j'avais arrêté l'action de l'émulsine à ce moment, j'aurais conclu à l'absence d'un glucoside producteur de matière colorante. Mais j'étais tellement persuadé de l'existence d'un tel glucoside, qu'après séparation du précipité, j'ai ajouté une nouvelle dose d'émulsine dans le liquide limpide. Il s'est fait, rapidement, un nouveau précipité, puis le liquide brun a passé progressivement au vert puis au bleu foncé. Après une action de 3 semaines, la déviation avait reculé vers la droite de 1°27′ et il s'était formé $0^g,397$ de sucre réducteur pour 100^{cm^3}. Finalement, au bout de 4 mois, le liquide présentait les caractères suivants :

Rotation après action de l'émulsine..........	— 3°18′
Sucre réducteur après action de l'émulsine....	$3^g,359$

Soit un changement de déviation de 3°11′, avec formation de $0^g,686$ de sucre réducteur, ce qui représente un indice de 215.

Le *Monotropa Hypopitys* L. renferme donc bien un glucoside hydrolysable par l'émulsine, glucoside donnant par hydrolyse fermentaire une matière colorante bleue. Ce glucoside, d'après les propriétés du liquide d'hydrolyse, est différent de l'aucubine; il était donc intéressant de chercher à l'extraire.

J'ai réussi cette extraction sur 5200^g de *Monotropa Hypopitys* L. récoltés au cours du mois de juin 1921 et j'ai obtenu, à l'état pur et cristallisé, 2^g du glucoside cherché pour lequel je propose le nom de *monotropéine*.

La monotropéine cristallise en prismes incolores et inodores, à saveur acide assez prononcée. En solution aqueuse, elle décompose le bicarbonate de soude avec abondant dégagement de gaz carbonique.

Elle est lévogyre :

$$\alpha_D = -130°,44\ (p = 0,2089;\ v = 15;\ l = 2;\ \alpha = -3°38').$$

La monotropéine est hydrolysée par l'acide sulfurique à 3 pour 100 à la température du bain-marie bouillant. Il y a formation d'un précipité noir comparable à celui que donne l'aucubine dans les mêmes conditions, mais il ne se développe pas d'odeur aromatique, comme cela a lieu au cours de l'hydrolyse de l'aucubine.

La monotropéine est hydrolysée par l'émulsine. Le liquide se colore très rapidement en bleu et devient d'un bleu plus foncé que celui de la liqueur de Fehling. Puis, la teinte vire au violet en même temps qu'il se fait un abondant précipité bleu. Le liquide est entièrement décoloré par l'extrait de Saturne qui précipite la matière colorante.

Il n'est pas douteux que c'est à l'existence de la monotropéine qu'il faut

attribuer le noircissement du *Monotropa Hypopitys* L. au cours de la dessiccation : la monotropéine joue ici le même rôle que l'aucubine dans les Mélampyres, par exemple.

La découverte de la monotropéine suggère une réflexion d'ordre général. Elle montre, encore une fois, qu'il faut nécessairement extraire un glucoside à l'état pur pour affirmer sa nature exacte. En effet, certains auteurs ont affirmé la présence de la rhinanthine (aucubine) dans plusieurs plantes en se basant sur la formation d'un précipité noir sous l'action de l'acide sulfurique dilué. Si cette méthode contre laquelle j'ai déjà eu l'occasion de m'élever (1) avait été appliquée au *Monotropa Hypopitys* L., on aurait conclu à la présence de l'aucubine dans cette plante, alors que le glucoside qu'elle renferme est absolument différent de l'aucubine.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une sensibilité nouvelle du tact.*
Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai établi entre les durées T des longueurs d'onde d'extinction lumineuse de la masse atomique m par ses vibrations *propres* et les vitesses v de ces vibrations la relation

$$\frac{T^2 v^3}{m} = \frac{1}{2\pi^{\frac{1}{2}}\rho^{\frac{1}{2}}} = 3{,}707.10^7.$$

Les masses sont comptées en valeurs absolues; $\pi = 3{,}1416$; $\rho = 5{,}79.10^7$; c'est la densité de l'éther.

Les durées sont de l'ordre de 10^{-13}; elles constituent une des plus belles acquisitions à la fois théoriques et expérimentales de l'école de Planck (formules d'Einstein, Lindemann, Benedicks, Gruneisen, Debye, etc.); les espaces sont de l'ordre de 10^{-10}, les vitesses de l'ordre de 10^3 (C. G. S.).

Si des sujets rangent des masses *vraies* de 1^g, de même surface et de même hauteur de chute, dans un ordre de grandeurs apparentes qui concorde avec l'ordre des grandeurs des quotients $\frac{T^2}{m}$, (2) si, par exemple, ils estiment 1^g

---

(1) M. Bridel et Mlle Braecke, *Sur la présence d'aucubine et de saccharose dans les graines de* Rhinanthus Crista-Galli *L. rhinanthine et aucubine. La rhinanthine est de l'aucubine impure* (*Bull. Soc. Chim. biol.*, t. 5, 1923, p. 18).

(2) Voir le Tableau ci-après. C'est l'expérience qui légitime le choix des facteurs $\frac{T^2}{m}$, v^3 et non T^2, $\frac{v^3}{m}$.

de Sn $>$ 1g de C, comme $\frac{T^2}{m}$ est plus grand pour Sn que pour C, c'est qu'ils sont plus sensibles à $\frac{T^2}{m}$ qu'à v^3, ces deux quantités croissant en sens inverse l'une de l'autre. S'ils estiment que les masses apparentes grandissent dans l'ordre inverse, s'ils trouvent C $>$ Sn, c'est qu'ils sont plus sensibles à la vitesse de la vibration atomique qu'à la durée de vibration de l'unité de masse, qui est la durée de vibration lumineuse absorbée; ils sont plus sensibles à une vitesse qu'à une durée.

Il est donc possible de mesurer par ces expériences la sensibilité au temps par rapport à la sensibilité à une vitesse, en somme, de doser une complexité inégale de la sensibilité qui, dans un cas, réagit à la masse et au temps, dans l'autre, à une vitesse, dont le cube est proportionnel au produit de la masse par le carré d'une fréquence.

Ces sortes d'enquêtes peuvent être utiles dans les offices d'orientation du travail, dont les méthodes sont souvent simplistes, quand elles ne sont pas inexactes. Par exemple, un sujet qui réagit à T et à m et non à v sera vraisemblablement un mauvais mécanicien, mais pourra être un bon comptable.

Dès maintenant, on peut affirmer que le champ des sensibilités du tact est beaucoup plus étendu que le suppose la psycho-biologie courante, car il existe un pourcentage notable de sujets réagissant systématiquement soit à $\frac{T^2}{m}$, soit à v^3. Un pourcentage naturellement beaucoup plus faible, enregistre des réactions dépendant de la grandeur et des autres propriétés de la molécule de chaque substance. Chez des sujets sensibles ou convenablement entraînés, la réaction est donc incomparablement plus subtile et plus complexe que la sensation de la vie pratique.

Il sera facile de découvrir et d'explorer de nouvelles sensibilités en généralisant la présente méthode : il suffira de soumettre des sujets à des excitations identiques au point de vue des étalons de nos échelles pratiques de grandeurs, mais différentes essentiellement par des caractéristiques, qui soient accessibles seulement à une physique raffinée; et il conviendra d'enregistrer minutieusement leurs réactions.

Ces sensibilités sont les manifestations des actions *directes* qu'exercent les uns sur les autres, d'une part, les résonateurs gravitiques et électromagnétiques et, d'autre part, ces résonateurs biologiques spécifiques, dont l'existence est démontrable par les données classiques de la physiologie, quand elles sont précises, et par l'expérience psycho-physique, complétée, comme l'exige la méthode scientifique, par le calcul.

Dispositif expérimental. — Six petites plaques, pourvues d'une tige verticale terminée par un anneau, ont été fabriquées avec les corps suivants : carbone, cobalt, nickel, fer, plomb, étain.

Corps.	m rapportés à H = 1.	m absolus $\times 10^{23}$ (H = 1,46.10⁻²⁴).	T^2.	$\frac{T^2}{m}$.	v^3.
C....	11,91	1,738	$7,29.10^{-28}$	$4,19.10^{-5}$	$8,83.10^{11}$
Co...	58,53	8,545	$1,21.10^{-26}$	$1,41.10^{-4}$	$2,62.10^{11}$
Ni...	58,21	8,498	$1,254.10^{-26}$	$1,48.10^{-4}$	$2,50.10^{11}$
Fe...	55,4	8,088	$1,19.10^{-26}$	$1,48.10^{-4}$	$2,50.10^{11}$
Pb...	205,45	30,00	$2,5.10^{-25}$	$8,33.10^{-4}$	$4,44.10^{10}$
Sn...	118,1	17,24	$1,6.10^{-25}$	$9,29.10^{-4}$	$3,98.10^{10}$

Le poids de chacune de ces plaques munies de leur tige est de 1^g (c'est pour des masses de cet ordre de grandeur que la sensibilité à la masse est minima ou $\frac{dm}{m}$ maximum). Des pesées ont permis de contrôler l'exactitude de ces poids à moins d'un dixième de milligramme près.

Pour expérimenter, on demande aux sujets de tendre la paume de la main droite. On introduit, hors de leur vue, deux poids de corps différents ou du même corps dans une boîte ouverte par le bas. Les poids sont enfilés à l'aide de leur anneau sur une longue épingle, afin que les hauteurs de chute soient identiques. On place la boîte par son côté ouvert sur les éminences de la paume au voisinage des doigts. On convient d'appeler 1 la position placée dans la région du nerf médian et 2 la position placée dans la région du nerf cubital. En retirant vivement l'épingle, on laisse tomber les poids sur la peau. A ce moment le sujet est prié de détourner ses regards et l'on ôte la boîte. On lui demande de faire de légers mouvements de la paume pour soupeser les deux poids et de dire si l'un des deux lui paraît plus lourd ou si les deux poids lui paraissent égaux. Il doit indiquer, dans le cas d'une perception de différence, la situation du corps qui lui paraît le plus lourd. On intervertit deux fois la position des corps et l'on met deux fois deux corps identiques, de façon à obtenir des réponses aux six questions nécessaires; par exemple, pour le plomb et pour le charbon, l'exploration porte sur :

$$C_{2,1} \neq C_{1,2}, \qquad Pb_{2,1} \neq C_{1,2}, \qquad Pb_{2,1} \neq Pb_{1,2}.$$

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur une sensibilité nouvelle du tact.* Note de M. **Jules Courtier**, présentée par M. d'Arsonval.

Je n'ai expérimenté jusqu'ici que sur 19 sujets. La présente communication n'est donc qu'une Note préliminaire destinée simplement à marquer et à corroborer qu'il existe, comme l'a exposé M. Charles Henry, des sujets plus sensibles à la durée des vibrations atomiques qu'à leur vitesse ou réciproquement.

Classant mes sujets des moins sensibles aux plus sensibles, j'en ai rencontré 5 que j'appellerai du type indifférent, parce qu'ils ne discernent aucune inégalité, aucune dissemblance dans l'imposition des divers corps sur leurs mains. J'en ai trouvé 7 du type que j'appellerai instable, parce qu'ils donnent alternativement une prédominance à la caractéristique relative $\frac{T^2}{m}$ et à la caractéristique relative v^3. Chez deux hommes, la sensibilité prépondérante d'un territoire d'innervation cutanée (celui du nerf médian ou celui du nerf cubital) a dicté les réponses : systématiquement, les corps placés sur l'un de ces territoires ont paru plus lourds. Mai j'ai rencontré quatre sujets plus sensibles à v^3 qu'à $\frac{T^2}{m}$ et un sujet plus sensible à $\frac{T^2}{m}$ qu'à v^3. Se sont montrés sensibles à v^3, deux femmes dans le rapport, l'une de 6 cas sur 10, l'autre de 8 cas sur 10, et 2 hommes dans le rapport, l'un de 9 cas sur 12 et l'autre de 8 cas sur 10. Une femme s'est montrée sensible à $\frac{T^2}{m}$ dans le rapport de 7 cas sur 11.

Enfin, si l'on tient compte de toutes les remarques des sujets, les deux femmes sensibles à la caractéristique v^3 ont signalé des sensations concomitantes de celle de poids plus lourd, lors de l'imposition de certains corps. L'une a dit que le carbone lui produisait un chatouillement énervant, et que le plomb était « agrippant » ; l'autre que l'étain lui causait un fourmillement. Ces qualifications témoignent d'impressions complexes qu'il ne faut pas, comme on serait tenté de le faire de prime abord, juger imaginaires, car elles peuvent trouver leur explication dans les propriétés intimes des corps.

Un sujet homme, sensible à v^3, a indiqué comme égaux Fe et Ni, dont les v^3 (ainsi qu'il ressort des calculs de M. Charles Henry) sont égaux. Ni T^2, ni $\frac{v^3}{m}$ n'étant les mêmes pour Fe et Ni, ces sortes d'expériences justifient le choix des facteurs $\frac{T^2}{m}$ et v^3.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouveau mode de sécrétion interne : La Neurocrinie.* Note de MM. **P. Masson** et **Louis Berger**, présentée par M. Roux.

On admet actuellement que les glandes à sécrétion interne élaborent des substances (*hormones* de Bayliss et Starling, *hormazones* de Gley, *autacoïdes* de Schafer) qui sont déversées dans la circulation lymphosanguine et véhiculées par elle vers les organes réceptifs sur lesquels s'exercerait leur action.

Ces glandes, que l'on pourait appeler avec plus de précision *hémocrines*, sont caractérisées morphologiquement par leur riche vascularisation et par l'orientation du pôle de décharge de leurs cellules vers les vaisseaux ou vers un système de lacunes en continuité avec ceux-ci.

Des recherches récentes nous permettent d'avancer que la voie hémolymphatique n'est pas la seule possible et qu'en particulier certains éléments glandulaires, inclus dans le tissu nerveux, déversent directement dans les nerfs leurs produits de sécrétion.

Les cellules de Kultschitzky ou cellules argentaffines sont des éléments prismatiques semés parmi les autres cellules — absorbantes ou muqueuses — de l'épithélium intestinal et caractérisées par une accumulation de grains réducteurs dans leur pôle basal. Les ressources de notre technique ne nous permettent pas de préciser la valeur ni la fonction de ces cellules à l'état normal. L'un de nous ([1]) a montré que dans certaines conditions anormales ces cellules, en surnombre, émigrent dans les nerfs du plexus périglandulaire et provoquent une hyperplasie de celui-ci. Ce *neurotropisme* strictement électif est très vraisemblablement la conséquence d'un lien intime, préexistant entre le système nerveux et les cellules de Kultschitzky. Au cours de la neurogénèse qui suit l'immigration intranerveuse des cellules argentaffines, on peut assister à la différenciation de celles-ci en éléments d'apparence ganglionnaire ou schwannienne, alors que d'autres restent

([1]) P. Masson, *Les névromes sympathiques de l'appendicite oblitérante* (*Lyon Chir.*, mai-juin 1921); *Les lésions nerveuses de l'appendicite chronique* (*Comptes rendus*, 25 juillet 1921); *Les lésions nerveuses de l'appendice* (*Congrès de Méd.*, 1921, Strasbourg); *La neurogénèse dans la muqueuse de l'appendice pathologique. Rôle des cellules argentaffine dans ce phénomène* (*Réun. de l'Assoc. d'Anat.*, Gand, 1922); *Les lésions du plexus nerveux périglandulaire dans l'appendicite chronique* (*Bull. et Mém. Soc. Méd. Hôp.*, Paris, juin 1922).

cylindriques, associées en minuscules vésicules, ou prennent une forme sphérique. Tous ces éléments, et particulièrement les derniers sont chargés de grains réducteurs. On peut, en outre, y mettre en évidence de nombreuses et fines gouttelettes lipoïdes. Celles-ci sont peu à peu éliminées par les cellules et on les retrouve, plus ou moins loin, dans les filets nerveux. Il est manifeste que, produites par ces cellules, elles en sont sorties, sont tombées dans le filet nerveux et y ont cheminé. Ici nous observons un phénomène de sécrétion intranerveuse indiscutable.

Lorsque ces cellules à fonction glandulaire subissent une hyperplasie telle que les nerfs ne puissent plus les contenir, elles s'accumulent, envahissent le tissu conjonctif qui développe à leur contact un système circulatoire comparable à celui des glandes hémocrines, mais, privées de leur émonctoire habituel qui est le nerf, elles accumulent leur produit de sécrétion et prennent un aspect spongiocytaire. Ainsi, secondairement se constitue, à partir de cellules purement neurocrines, une petite tumeur dont les éléments sont sans rapport avec les nerfs et ordonnés autour des vaisseaux; ils empruntent aux vaisseaux des substances nutritives mais n'y déversent pas les produits de leur activité.

Des faits de même ordre s'observent au niveau des cellules de Leydig ou interstitielles du testicule humain.

L'un de nous [1] a pu montrer par l'étude de testicules normaux et pathologiques que d'une part les cellules interstitielles étaient loin d'affecter une disposition périvasculaire aussi nette que le voulait Waldeyer, et que d'autre part ces cellules n'étaient pas limitées au testicule, mais se rencontraient presque régulièrement dans l'albuginée, le hile, voire même assez loin dans le cordon. Or *en dehors du parenchyme testiculaire propre*, toutes ces cellules ont des connexions nerveuses absolument constantes et intimes : elles sont incluses entre les fibres de Remak ou accolées aux filets nerveux. Jamais on n'en trouve d'isolées dans le tissu conjonctif banal. La continuation de la glande interstitielle dans les nerfs se manifeste avec une netteté toute particulière sur certains points périphériques du testicule, où les nerfs pénètrent dans les septes interlobulaires. Il s'agit donc, là aussi, de la manifestation morphologique d'un *neurotropisme des cellules de Leydig*.

---

(1) Louis Berger, *Les cellules neurotropes dans les glandes sexuelles de l'espèce humaine* (*Réunion de l'Assoc. d'Anat.*, Lyon, 1923). *La glande sympathicotrope du hile de l'ovaire; ses homologies avec la glande interstitielle du testicule. Les rapports nerveux des deux glandes* (*Arch. d'Anat., d'Histol. et d'Embryol.*, t. 2, 1923, p. 255).

Du moment que ce neurotropisme existe au niveau des filets nerveux, visibles sans technique spéciale, on peut penser que ce caractère biologique existe aussi à l'intérieur du testicule, où les fibrilles nerveuses terminales opposent à leur mise en évidence les plus sérieuses difficultés.

Un tissu semblable à celui du testicule se trouve au niveau du hile de l'ovaire et a reçu à cause de ses connexions nerveuses spéciales le nom de tissu « sympathicotrope ».

Ces deux exemples auxquels nous nous proposons d'en ajouter d'autres permettent d'admettre que certains tissus endocriniens peuvent, même si leur orientation vasculaire est précise, ne pas déverser leurs produits dans le sang ou la lymphe, mais directement dans les nerfs; que ces produits peuvent y circuler au même titre que certaines toxines (toxine tétanique), agir avec une intensité et une électivité d'autant plus grandes qu'ils sont mis au contact des tissus réceptifs sans dilution préalable. A côté des glandes hémocrines et de leurs hormones, il convient donc d'envisager l'existence des *glandes neurocrines* et de *neurhormones*.

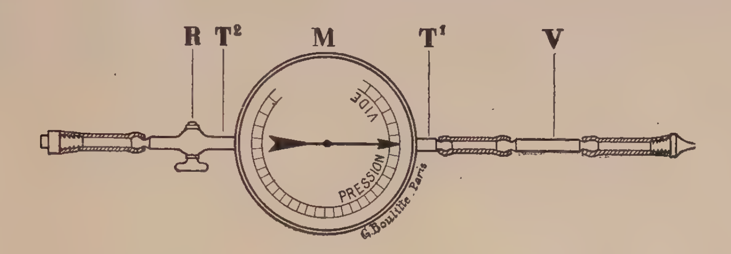
La *Neurocrinie* permet dès maintenant de comprendre certains faits où les théories hormonales courantes se montrent insuffisantes et doivent être complétées par des hypothèses auxiliaires. C'est le cas du gynandromorphisme de certains oiseaux. Pour expliquer le plumage double de ces hermaphrodites vrais, du type mâle du côté possédant un testicule, femelle du côté possédant un ovaire, il fallait admettre jusqu'ici une réceptivité spéciale du soma et postuler une sexualité somatique. Si l'on accepte la neurocrinie, cette distribution symétrique des caractères sexuels secondaires s'explique aisément par la bilatéralité des voies nerveuses où se déverseraient chacune des deux neurhormones sexuelles.

PHYSIOLOGIE. — *Mensuration de la pression artérielle par la méthode sanglante. Procédé hémodynamométrique très exact et d'application courante.* Note de M. **Louis Desliens**, présentée par M. Henneguy.

Le jour où nous avons reconnu la possibilité de ponctionner impunément les artères chez les animaux à l'aide d'aiguilles à injections, il nous est apparu que du même coup l'hémodynamométrie entrait dans le domaine des observations courantes,

Nous avons *mis au point* un hémodynamomètre qui donne à volonté l'évaluation des pressions maxima et minima et l'évaluation de la pression moyenne.

Description de notre hémodynamomètre. — La partie essentielle de l'appareil est un manomètre métallique, genre manomètre Potain (M), auquel nous avons fait subir diverses modifications. Dans le but de pouvoir remplir de liquide la cuvette anéroïde et d'éviter ainsi la compressibilité de l'air qui amortirait les oscillations rapides de la pression, la cuvette communique avec l'extérieur par deux petits tubes opposés l'un à l'autre sur le diamètre vertical de l'appareil. Au tube inférieur (T_1) font suite successivement un



petit raccord en caoutchouc, puis un tube de verre (V) qui permet de voir le contenu de la canalisation, enfin un deuxième raccord armé d'un ajutage métallique qui peut s'adapter sur l'aiguille exploratrice. Le petit tube situé en haut de l'appareil (T_2) porte un robinet (R) puis un ajutage métallique dans l'orifice duquel peut s'adapter l'extrémité d'une seringue de Pravaz.

La cuvette anéroïde est construite peu expansible de telle sorte qu'à une variation déterminée de pression ne correspond qu'une très faible variation de volume de la cuvette.

L'hémodynamomètre est gradué en centimètres de mercure.

Fonctionnement de l'appareil. — Avant toute observation, il faut remplir l'instrument à l'aide d'une solution saline, anticoagulante (solution de sulfate de soude à $\frac{150}{1000}$ environ); à cet effet, on tient verticalement l'appareil, la branche qui porte le robinet étant située en bas et à l'aide d'une seringue on injecte la solution dans l'instrument à deux ou trois reprises, tant qu'on voit des bulles d'air passer dans le tube de verre.

Pour pratiquer l'observation, il suffit d'appliquer l'extrémité de l'hémodynamomètre dans l'embouchure de l'aiguille qui plonge dans l'artère.

Au cours d'une observation de longue durée, afin de retarder la coagulation du sang dans la lumière de l'aiguille, avec une seringue, on injecte de temps en temps par l'extrémité supérieure de l'appareil quelques centimètres cubes de solution anticoagulante.

Dès que l'appareil est relié à l'artère, la flèche manométrique se met en mouvement, animée de déplacements de va-et-vient alternatifs. Le point

culminant de l'ascension de l'aiguille et le point le plus bas indiquent les valeurs des pressions artérielles maxima et minima.

Au surplus, la flèche manométrique, par les variations qu'elle présente dans la vitesse de ses mouvements, extériorise la forme de la pulsation; l'hémodynamomètre tient ainsi lieu de sphygmoscope. Il rend aussi les plus légères arythmies parfaitement saisissables.

Pour mesurer la pression moyenne, on pourrait interposer, sur la canalisation qui relie le manomètre à l'artère, un robinet à double voie, l'une large, l'autre finement capillaire qui amortirait à volonté les oscillations. Plus couramment, au cours de l'observation, nous adaptons sur la partie supérieure de l'appareil une seringue de 20^{cm^3} au moins, contenant un peu de solution anticoagulante et beaucoup d'air, nous ouvrons le robinet et nous comprimons légèrement le contenu de la seringue pour empêcher le sang de monter dans l'appareil. La compressibilité de l'air entraîne aussitôt l'immobilisation de la flèche manométrique qui indique alors très exactement la valeur de la pression artérielle moyenne.

Notre méthode hémodynamométrique surpasse en simplicité et en exactitude tous les procédés de mesure de la pression sanguine utilisés jusqu'à ce jour : procédés sphygmomanométriques en clinique humaine, procédés hémodynamométriques au laboratoire. Ne nécessitant aucun moyen de contention ou de contrainte de l'animal, elle permet seule de pénétrer furtivement dans l'intimité de la fonction circulatoire sans mettre en éveil le système nerveux dont cette dernière dépend. Autant par l'extrême simplicité des conditions expérimentales auxquelles l'animal est soumis, que par la simplicité instrumentale elle-même, elle s'accompagne du minimum de causes d'erreur. Elle permet de contrôler, de rectifier de nombreuses connaissances acquises; applicable en tout lieu, elle permet d'entreprendre une multitude de recherches nouvelles avec une sûreté et une facilité jusqu'alors inconnues.

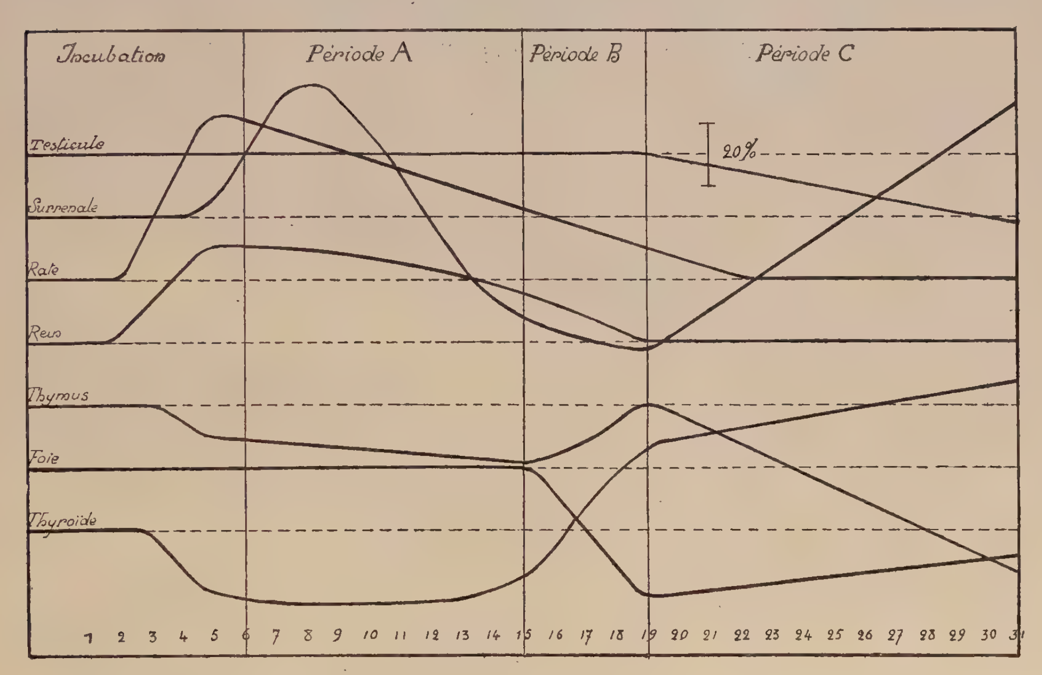
PHYSIOLOGIE. — *Modifications pondérales des organes chez le Cobaye au cours de l'avitaminose C.* Note de M. **J. Lopez-Lomba**, présentée par M. Henneguy.

Dans une Note précédente [1], nous avons exposé nos résultats concernant les modifications pondérales des organes chez le Pigeon au cours de

---

[1] J. Lopez-Lomba, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1417.

l'avitaminose B. Nous avons réalisé la même étude chez les Cobayes scorbutiques. Dix Cobayes adultes furent soumis au régime composé de : farine de haricots blancs (cuite) 84ᵍ, levure de bière granulée 3ᵍ, graisse de beurre 4ᵍ,5, lactate de chaux 5ᵍ, chlorure de sodium 1ᵍ,5 et papier-filtre 2ᵍ. Ce régime est uniquement dépourvu de facteur C (1). Quatre Cobayes furent laissés comme témoins et recevaient 3$^{cm^3}$ de jus de citron par jour. Comme nous l'avons fait pour les Pigeons, tous les Cobayes furent sacrifiés (saignés par ponction du cœur), au bout de 3, 5, 8, 15, 19 et 31 jours. Leurs organes furent pesés et les pourcentages d'augmentation ou de diminution de poids par rapport à leurs poids primitifs (calculés d'après les témoins) furent inscrits dans le graphique ci-joint. Les poids des organes furent toujours



calculés par kilogramme de poids initial du corps. Nous ferons remarquer qu'étant donné le nombre relativement faible d'animaux employés dans cette expérience, les résultats inscrits dans le graphique n'ont peut-être pas, en valeur absolue, toute la précision désirée, mais ils indiquent certainement le sens des phénomènes.

De l'étude comparée des troubles présentés par les animaux (2) et des

(1) J. Lopez-Lomba et Mme Randoin, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1003.

(2) J. Lopez-Lomba et Mme Randoin, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1573.

variations des organes, il s'est dégagé qu'il y a intérêt à considérer dans le scorbut aigu quatre périodes que nous appellerons : période d'incubation et périodes A, B et C. Contrairement à ce qui se produit dans l'avitaminose B, tout concorde pour prouver que, dans le scorbut, il existe au début une phase d'hypoparasympathicotonie et d'hypersympathicotonie (période A), suivie d'une deuxième phase où l'inverse se produit (périodes B et C).

1° *Période d'incubation* (du 1er au 6e jour environ). — Pendant cette période, aucun symptôme ne permet de distinguer les Cobayes privés du facteur C des témoins. Pourtant le thymus et la thyroïde sont déjà atrophiés, la rate et le rein hypertrophiés.

2° *Période A* (du 6e au 15e jour environ). — La surrénale s'hypertrophie. Or, les Cobayes présentent pendant cette période un état d'excitation souvent très net. La thyroïde s'atrophie et l'on sait que Cyon a montré que l'ablation de la thyroïde produit l'hypertonie du sympathique. Le thymus, glande hypervagotonique, s'atrophie. Le rein est hypertrophié et Cohen a signalé le premier la polyurie des Cobayes scorbutiques pendant la deuxième semaine. Enfin, c'est vers la fin de cette période que se produit l'avortement chez les Cobayes privés du facteur C. Or, d'une part, on connaît l'influence du sympathique sur les contractions utérines; d'autre part, l'ablation de la glande thyroïde provoque l'avortement chez le Porc.

3° *Période B* (du 15e au 19e jour environ). — Vers le milieu de cette période, l'agitation des Cobayes fait nettement place à de la dépression, ce qui coïncide à peu près avec le poids minimum des surrénales. Les animaux semblent entrer dans une phase d'hyperparasympathicotonie et d'hyposympathicotonie. Ils commencent à avoir de la diarrhée qui, à notre avis, s'explique surtout par l'exagération du péristaltisme intestinal jointe au relâchement des sphincters. Elle n'est certainement pas due aux fermentations intestinales ou à l'augmentation de l'activité bactérienne. [Kerr et Lewis(1) ont montré qu'il n'y a pas de changement de l'élimination des phénols ni dans leur degré de conjugaison; Torrey et Hess(2) ont trouvé que le nombre des bactéries intestinales est considérablement diminué chez les Cobayes scorbutiques.] Les animaux ont de la boulimie pendant cette période et les ingesta passent par un maximum.

4° *Période C* (à partir du 19e jour environ). — En plus des symptômes

(1) *Amer. J. of Physiol.*, t. 44, 1917, p. 586.
(2) *Proc. of the Soc. f. Exp. Biol. and Med.*, t. 15, 1918, p. 74.

précédents qui s'accentuent, on constate les hémorragies, la chute du poids et souvent l'érection de la verge. Le foie, qui s'atrophie dès la période B, reste invariable pendant celle-ci. Le testicule s'atrophie légèrement; la thyroïde et la surrénale s'hypertrophient, mais par infiltration hémorragique. Mc Carrison a trouvé à ce moment dans les surrénales une quantité d'adrénaline très inférieure à la normale. L'appétit reste bon jusqu'au dernier jour, mais la diarrhée augmente. La perte de poids doit s'expliquer en partie par l'accélération de la traversée digestive.

PHYSIOLOGIE. — *Le pneumoanesthésiographe*. Note de M. F. **Franchette**, présentée par M. R. Bourgeois.

L'appareil, auquel j'ai donné le nom de pneumoanesthésiographe, est destiné à évaluer et à enregistrer l'amplitude et la fréquence des mouvements respiratoires pendant l'anesthésie par le chlorure d'éthyle, le bromure d'éthyle, l'éther ou le chloroforme.

Cet appareil est la synthèse de plusieurs appareils : le pneumographe, le spiromètre et les cornets à anesthésie. D'une grande sensibilité, chronométré d'une manière rigoureuse à une fraction de seconde, cet appareil permet d'obtenir un tracé ininterrompu pendant toute la durée de l'anesthésie générale, indiquant le nombre, la fréquence, l'amplitude et le rythme des mouvements respiratoires. C'est assez dire les avantages qu'il présente au physiologiste pour les recherches expérimentales, au médecin dans les maladies dyspneisantes chroniques ou paroxystiques, au chirurgien et au dentiste dans les anesthésies générales qu'ils pratiquent si quotidiennement au cours de leurs interventions opératoires.

L'appareil se compose, en premier lieu, d'un mouvement d'horlogerie qui déroule une bande de papier, laquelle peut avoir, comme cela existe du reste dans les appareils de réception télégraphique, une longueur pour ainsi dire indéfinie.

Sur le mouvement d'horlogerie qui sert de base à l'appareil est fixée une colonne qui supporte elle-même une boîte en forme de pyramide tronquée; cette boîte, sur ses faces latérales, est pourvue de deux tubes fixés sur ses parois dans le prolongement l'un de l'autre, laissant entre eux un vide constitué par la boîte de forme pyramidale; dans l'intérieur de cette boîte et à sa partie médiane se trouve une valve pivotant sur un axe dont les frottements sont réduits au minimum. Cette valve est mise en mouvement par l'air inspiré dans un sens et par l'air expiré dans l'autre. Sur le prolongement de l'axe sortant de la boîte se trouve fixé le style amplificateur portant à son

extrémité une plume de forme particulière qui trace une courbe sur le papier déroulé par le mouvement d'horlogerie. Un dispositif particulier et d'un réglage facile permet de faire varier, dans diverses proportions, l'amplitude et aussi la sensibilité de la valve.

La difficulté qui se présentait d'avoir un papier destiné à l'inscription qui fût réglé à l'avance, surtout pour des longueurs pouvant atteindre 30^m ou 40^m, nous a conduit à joindre à notre appareil un organe qui réglerait ce papier à mesure qu'il se déroulerait pour l'inscription. Nous avons construit pour obtenir ce résultat un électro-aimant vulgairement appelé électro-avaleur. Le dispositif est placé à la base de l'appareil dérouleur et perpendiculairement à la bande de papier. Sur le prolongement de la barre de fer doux de l'électro-aimant se trouve fixée une plume dont le tracé divise la feuille en deux parties dans le sens longitudinal. Toutes les 15 secondes un contact est donné par un chronomètre à l'électro-aimant qui quitte alors sa position de repos pendant une fraction de seconde pour tracer sur la bande un trait perpendiculaire à la division longitudinale. La bande de papier se trouve ainsi divisée en deux sens : 1° par un trait longitudinal servant de base au tracé inscrit par les inspirations et les expirations; 2° par un trait perpendiculaire au premier divisant la bande en sections régulièrement chronométrées permettant d'en constater leur nombre concurremment avec leurs variations.

Le pneumoanesthésiographe peut être intercalé dans tous les appareils servant à donner l'anesthésie générale; il suffit, pour l'utiliser, de sectionner le tube de caoutchouc reliant l'appareil lui-même au masque que l'on place sur la bouche et le nez du patient et de relier l'appareil dans la coupure.

Applications. — C'est surtout en chirurgie générale et en art dentaire que le pneumoanesthésiographe rencontre ses plus fréquentes et plus utiles indications.

Cet appareil qui permet de recueillir à mesure qu'ils se produisent et par une méthode graphique ininterrompue la fréquence, l'intensité, le rythme, la régularité des mouvements respiratoires, est appelé à rendre de très grands services aux opérateurs et aux aides chargés d'administrer l'anesthésie générale.

Si l'aide est suffisamment renseigné sur le pouls par la palpation de l'artère radiale, sur l'état de la pupille, il l'est moins d'ordinaire sur les mouvements respiratoires, surtout au début de l'anesthésie quand le malade n'est pas complètement endormi et ne présente pas cette respiration bruyante et stertoreuse, bon signe d'une anesthésie efficace et profonde.

Or, dans les accidents causés par les anesthésiques, le chloroforme en particulier, les troubles respiratoires précèdent souvent les accidents cardiaques. Pressentir ces troubles, les deviner, les voir, en apprécier l'étendue et l'ampleur, c'est ce que permet de faire le pneumoanesthésiographe.

L'appareil est simple et possède toutes les qualités utiles du pneumographe, du spiromètre et de l'appareil à anesthésie.

De plus, il est enregistreur, et donne ainsi une courbe chronométrée et ininterrompue pendant toute la durée d'une intervention chirurgicale.

Il peut être intéressant dans les observations physiologiques, mais son utilisation pratique se trouve surtout en chirurgie opératoire et en art dentaire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La composition des œufs au cours de l'ovogenèse chez la grenouille rousse* (Rana fusca). Note de MM. **Émile-F. Terroine** et **H. Barthélemy**, présentée par M. Henneguy.

Par des recherches antérieures, l'un de nous [1] a établi la possibilité d'observer, en dehors de l'organisme, la maturation d'œufs de grenouille rousse, qu'il s'agisse d'œufs ovariens, utérins ou prélevés dans la cavité générale. Toutefois, pour les œufs ovariens, une telle possibilité n'existe que si le prélèvement est opéré à l'époque de la ponte. Toutes les tentatives faites jusqu'à présent sur des œufs ovariens prélevés antérieurement à cette époque ont échoué.

Une telle constatation amène évidemment à se demander si la maturation ne se produit normalement *in vivo*, si elle n'est réalisable *in vitro* que lorsque l'œuf a atteint une composition chimique déterminée. S'il en est bien ainsi, on devrait observer, pendant tout le cours de la formation des œufs, une variation qualitative progressive de leur composition, aboutissant, au moment de la ponte, à une constitution caractéristique de l'œuf prêt à subir l'ensemble des phénomènes nucléaires et cytoplasmiques qui constituent la maturation. C'est ce que nous avons recherché en nous limitant tout d'abord à la détermination de l'eau, des matières protéiques, des corps gras et de la cholestérine.

Dans ce but nous avons recueilli à peu près tous les mois et pendant un an, en commençant immédiatement après la ponte et jusqu'à la ponte suivante, des lots de grenouilles dont nous avons extrait les ovaires aux fins d'analyses. Afin de nous rendre compte de l'allure du développement pondéral, nous avons, dans tous les cas, déterminé tout d'abord le rapport du poids des ovaires au poids du corps, rapport dont on sait d'après nos

---

(1) *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 1102 et 1248.

recherches antérieures (¹) qu'il atteint une valeur caractéristique au moment de la ponte, à peu près identique pour tous les sujets, de 15 pour 100. Des impossibilités techniques s'opposant à la détermination de tous les éléments étudiés sur un même ovaire, nous avons, sur un certain nombre de lots, dosé l'eau par dessiccation à poids constant, puis N total (méthode de Kjeldahl) sur le résidu sec; sur d'autres lots, ont été dosés les acides gras totaux (méthode de Kumagawo-Suto) et la cholestérine (méthode de Windaus).

Chaque lot comportait de 6 à 12 sujets. Les résultats rapportés dans le Tableau ci-dessous représentent, pour chaque lot, la moyenne des valeurs expérimentales trouvées.

Dates.	Rapport $\frac{\text{Poids ovaire}}{\text{Poids total}}$	Composition. Teneur en eau.	Teneur en matières protéiques ($N \times 6,25$)	Teneur en substances grasses.	Teneur en cholestérine.	Total.
22-29 mars	1,57	84,48	13,1	1,57	0,19	99,36
21 août	4,82	72,74	18,8	5,51	0,67	97,72
6-7 septembre	7,41	63,27	26,4	6,80	0,54	97,01
23 septembre	7,93	62,96	25,7	8,26	0,84	97,76
8-10 octobre	9,04	59,06	29,4	8,49	0,56	97,51
31 oct.-2 nov.	10,49	56,86	32,1	9,20	0,71	98,87
28-29 novembre	12,40	55,91	30,9	9,54	0,47	96,82
31 déc.-1er janv.	11,67	56,32	30,7	9,13	0,64	96,71
10 février	12,58	58,12	29,8	8,59	0,54	97,05
Fin févr.-début mars	15,00	59,3	27,9	10,3	0,62	98,72

Les variations du rapport $\frac{\text{Poids ovaire}}{\text{Poids total}}$ montrent tout d'abord que la croissance des œufs est à peu près régulière pendant tout le cours de l'année. On est loin d'assister à la même régularité si l'on passe de l'examen du développement pondéral à celui de la composition. Deux phases distinctes apparaissent : la première qui s'étend jusqu'au début d'octobre et au cours de laquelle la composition varie; la seconde qui s'étend du début d'octobre jusqu'au moment de la ponte, caractérisée par la fixité de composition. Dans la première, l'accroissement des éléments constitutifs des ovaires est inégal; l'organisme cède aux ovaires de grandes quantités de matières protéiques et de substances grasses et peu d'eau. Dans la seconde, l'organisme apporte régulièrement aux ovaires une même proportion d'eau, de matières protéiques et de graisses.

(¹) *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 740.

Si donc nous constatons pendant les six derniers mois de l'ovogenèse une augmentation pondérale régulière, nous ne pouvons par contre saisir aucune évolution qualitative des œufs. Il résulte de cette constatation que la simple détermination des teneurs en eau, en protéiques et en graisses ne permet pas d'atteindre une caractéristique biochimique de l'œuf prêt à subir la maturation.

Est-ce à dire qu'il faille définitivement abandonner toute idée de relier l'apparition des phénomènes de maturation à celle d'une constitution chimique déterminée, caractéristique? En aucune manière. Les résultats acquis appellent simplement une série d'investigations plus intimes, actuellement entreprises, en vue de répondre aux questions suivantes : Y a-t-il évolution dans la constitution des acides gras ? Y a-t-il modification de proportion des composés dans lesquels ces acides gras sont engagés : graisses neutres et phosphatides ? Y a-t-il évolution dans la constitution des protéiques ? Y a-t-il variation du taux des substances nucléiniques ?

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches de petites quantités d'antimoine et de bismuth dans les liquides biologiques.* Note de MM. Caille et E. Viel, présentée par M. A. Béhal.

Dans une Note publiée antérieurement ([1]), nous avons signalé la préparation d'iodostibinates, composés jaunes d'or obtenus amorphes par précipitation à froid d'une dissolution chlorhydrique de chlorure d'antimoine même très étendue au contact d'une solution d'iodure de potassium et d'un sel d'alcaloïde comme le chlorhydrate de quinine, ou d'iodure de potassium et d'un autre corps à fonction amine, l'antipyrine par exemple. La formation des iodostibinates est une réaction très sensible, facile à observer sur de petites quantités de liqueurs, nous l'avons utilisé pour mettre en évidence des traces d'antimoine.

Le but de la présente Note est de décrire un procédé simple et rapide pour rechercher l'antimoine dans l'urine et dans les autres liquides biologiques. Nous espérons que notre travail sera utile aux cliniciens pour l'étude qualitative de l'élimination des composés antimoniés employés en thérapeutique.

Les solutions acides de sels de quinine ne sont pas stables en présence d'iodure de potassium, elles laissent en quelques jours déposer des cristaux

---

([1]) Caille et Viel, *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1156.

bruns d'un periodure en même temps qu'elles perdent leur sensibilité vis-à-vis de l'antimoine; aussi, pour nos recherches, avons-nous adopté comme réactif une solution concentrée d'antipyrine contenant de l'iodure de potassium. La formule qui nous a donné les meilleurs résultats est la suivante :

Antipyrine		1^{g}
Iodure de potassium		2^{g}
Eau distillée	q. s.	30$^{cm^3}$

Ce réactif est très stable, de conservation indéfinie; il donne avec les solutions de chlorure d'antimoine additionné de $\frac{1}{5}$ de leur volume d'acide chlorhydrique un précipité jaune d'or amorphe observable sur moins de 0$^{cm^3}$,5 d'une liqueur contenant $\frac{1}{20\,000}$ d'antimoine, ce qui permet de mettre en évidence moins de 0^{mg},025 d'antimoine.

Cette même réaction peut encore être effectuée par mélange d'une goutte de liqueur antimonieuse chlorhydrique avec une goutte de réactif déposée sur une lame de verre, la formation du précipité d'iodostibinates étant observée au microscope. La sensibilité atteint $\frac{1}{200\,000}$.

Remarquons toutefois que l'action de notre réactif n'est spécifique que si l'on tient compte de la couleur jaune d'or du précipité; il décèle, en effet, dans les mêmes conditions expérimentales et avec une sensibilité du même ordre, le bismuth par un précipité rouge brique d'iodobismuthate, le mercure par un précipité blanc jaunâtre d'iodomercurate et les sels ferriques par formation d'un précipité rouille; aussi, au cours des manipulations que nous allons décrire, faut-il éviter de faire usage d'objets en fer, en particulier de pinces.

Pour la recherche du bismuth dans les liquides biologiques, l'emploi de notre réactif est préférable à ceux de Léger, d'Aubry et de Ganassi (¹).

La recherche de l'antimoine ou du bismuth dans les liquides biologiques doit être faite sur des échantillons exempts de sang et après destruction de la matière organique. La technique employée par nous est la suivante :

100$^{cm^3}$ d'urine ou 10$^{cm^3}$ de liquide céphalo-rachidien provenant d'une ponction blanche sont évaporés à sec au bain-marie dans une capsule de quartz, puis incinérés au four à moufle; la destruction de la matière organique est achevée par addition de quelques gouttes d'acide azotique fumant sur la capsule chaude; après évaporation à sec, les cendres blanches sont dissoutes à chaud dans 1 à 2$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique au $\frac{1}{5}$ et 0$^{cm^3}$,5 de ce liquide filtré est ajouté à 2$^{cm^3}$ de réactif à l'antipyrine.

(¹) GANASSI, *Boll. Chim. Farm.*, t. 61, 1922, p. 321, analysé dans *J. Pharm. et Chim.*, t. 27, 1923, p. 7.

La présence de l'antimoine se traduit par la formation immédiate d'un précipité jaune d'or et celle du bismuth par un précipité rouge brique.

Si d'ailleurs le moindre doute subsiste sur la couleur du précipité, il suffit de le rassembler par centrifugation et de dissoudre le culot par chauffage au bain-marie avec quelques gouttes d'une solution de sulfure de sodium à 1 pour 100; après refroidissement l'addition ménagée d'acide chlorhydrique dilué au $\frac{1}{20}$ fait apparaître l'antimoine à l'état de sulfure orangé; dans les mêmes conditions le bismuth et le mercure donnent des précipités noirs faciles à différencier par leurs caractères analytiques; le sulfure de fer ne se formant pas en milieu acide ne peut souiller les précipités ainsi obtenus.

Les liquides biologiques normaux traités par notre technique ne fournissent pas de précipités, de sorte que l'emploi de notre réactif permet de suivre l'élimination des médicaments antimoniés ou bismuthiques.

Nous avons pu, en appliquant notre procédé, mettre l'antimoine en évidence dans l'urine d'un sujet 4 heures après une seule friction au pli du coude, d'une pommade contenant 2 pour 100 d'antimoine; ce qui démontre à la fois la réalité de l'absorption de l'antimoine par la peau et l'extrême sensibilité du réactif dont nous préconisons l'emploi.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Production d'acide β-oxybutyrique par certaines bactéries du groupe du* B. subtilis. Note de M. **Lemoigne**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Les bactéries du groupe du *B. subtilis* attaquent énergiquement les matières protéiques et, bien qu'elles préfèrent les milieux complexes, riches en hydrates de carbone, elles peuvent se développer dans un bouillon minéral ne renfermant comme matière organique que de la caséine, de la peptone ou de la gélatine.

Dans ces conditions, il n'y a production ni d'acétylméthylcarbinol, ni de 2.3-butylèneglycol, mais j'ai constaté celle d'acétone et celle d'aldéhyde acétique. A. Berthelot et Mlle E. Ossart ont déjà signalé la formation d'acétone par ces bactéries en milieu hydrocarboné [1]. En poursuivant ce travail, j'ai observé un fait dont je tiens à rendre compte dans la présente Note : c'est la présence d'acide β-oxybutyrique dans les macérations de certains microbes du groupe du *B. subtilis*.

J'ai cultivé les bactéries sur gélose en boîtes de Roux. Le milieu gélosé

---

[1] A. Berthelot et Mlle E. Ossart, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 792.

était du bouillon de viande sucré à 2 pour 100 et alcalinisé au tournesol. Après 3 à 4 jours, j'ai mis les microbes en suspension dans un liquide stérile (eau ou milieu minéral). Dans ces conditions, certaines macérations deviennent rapidement et fortement acides. Un microbe, notamment, m'a permis d'obtenir des résultats très nets. Cette bactérie se rapproche beaucoup, quant à ses caractères morphologiques et ses propriétés biochimiques du *B. megatherium*. Voici quelques résultats qui donnent l'allure générale du phénomène :

La dilution est faite à raison de 5 boîtes de Roux pour 500^{cm^3}. L'acidité prise à la phénolphtaléine est exprimée en grammes de SO^4H^2 par litre de dilution.

Numéro.	Au début.	12 heures.	24 heures.	36 heures.	60 heures.	3 jours.	7 jours.	17 jours.
II......	–	0,93	–	1,37	1,37	–	–	1,60
VI......	–	0,74	–	1,00	–	–	–	1,37
III.....	0,44	–	0,88	–	–	0,98	1,03	–
IV.....	0,49	–	1,03	–	–	1,11	1,22	–

L'acidification est très rapide au début.

Les acides volatils n'existent qu'en très faible quantité. Le cas suivant est celui dans lequel l'acidité volatile était maxima. Sur 600^{cm^3}, j'ai distillé 150^{cm^3}, soit 25 pour 100. L'acidité est exprimée en grammes de SO^4H^2.

Acidité totale de la culture	0,960
» » du distillat	0,011
» » du résidu fixe	0,930

Il résulte de ces chiffres que l'acidité observée est due à des acides fixes.

La dilution est évaporée au bain-marie et le résidu repris par 5^{vol} d'alcool à 96°. Le filtrat est concentré dans le vide et l'extrait dissous dans un peu d'eau. Si la précipitation des matières azotées n'est pas complète, on refait un deuxième traitement à l'alcool. Le sirop obtenu, facilement soluble dans l'eau et l'alcool, est décoloré par le noir. Sa solution, sans action sur la liqueur cupro-potassique, est nettement lévogyre. Distillée en présence du mélange acide sulfurique et bichromate de potassium, elle donne de l'acétone que j'ai caractérisé par la réaction de l'orthonitrobenzaldéhyde (formation d'indigo).

Enfin, en distillant cet acide avec de l'acide sulfurique, on obtient, après passage de l'eau, un liquide huileux, incolore, qui se prend en une masse cristalline formée, suivant les conditions, de fines aiguilles ou de tablettes transparentes. Ces cristaux sont très acides, peu solubles dans l'eau et

donnent avec le nitrate d'argent un précipité blanc caillebоté soluble dans l'ammoniaque.

Ces cristaux essorés, desséchés dans le vide sur acide sulfurique, fondent à 70°-71°. Ces caractères correspondent à ceux de l'acide α-crotonique $CH^3 - CH = CH - COOH$.

Le pouvoir rotatoire gauche, la production d'acétone par le mélange chromique, celle de l'acide α-crotonique par distillation en milieu sulfurique caractérisent l'acide β-oxybutyrique.

Les exemples suivants donnent les poids de cet acide dans 500^{cm^3} de dilution :

Essai 76 I	$1^g,61$
Essai 79 II	$1^g,43$

A. Renshaw et Th. Fairbrother ([1]) ont signalé la présence d'acide β-oxybutyrique dans les cultures d'un microbe anaérobie facultatif donnant de l'alcool butylique normal et de l'acétone. Mais ces auteurs, qui n'indiquent aucune réaction pour caractériser cet acide, l'ont recherché dans le distillat, alors qu'en fait on ne peut le trouver que dans le résidu fixe.

Des recherches en cours permettront peut-être d'apporter quelque renseignement sur l'origine de cet acide.

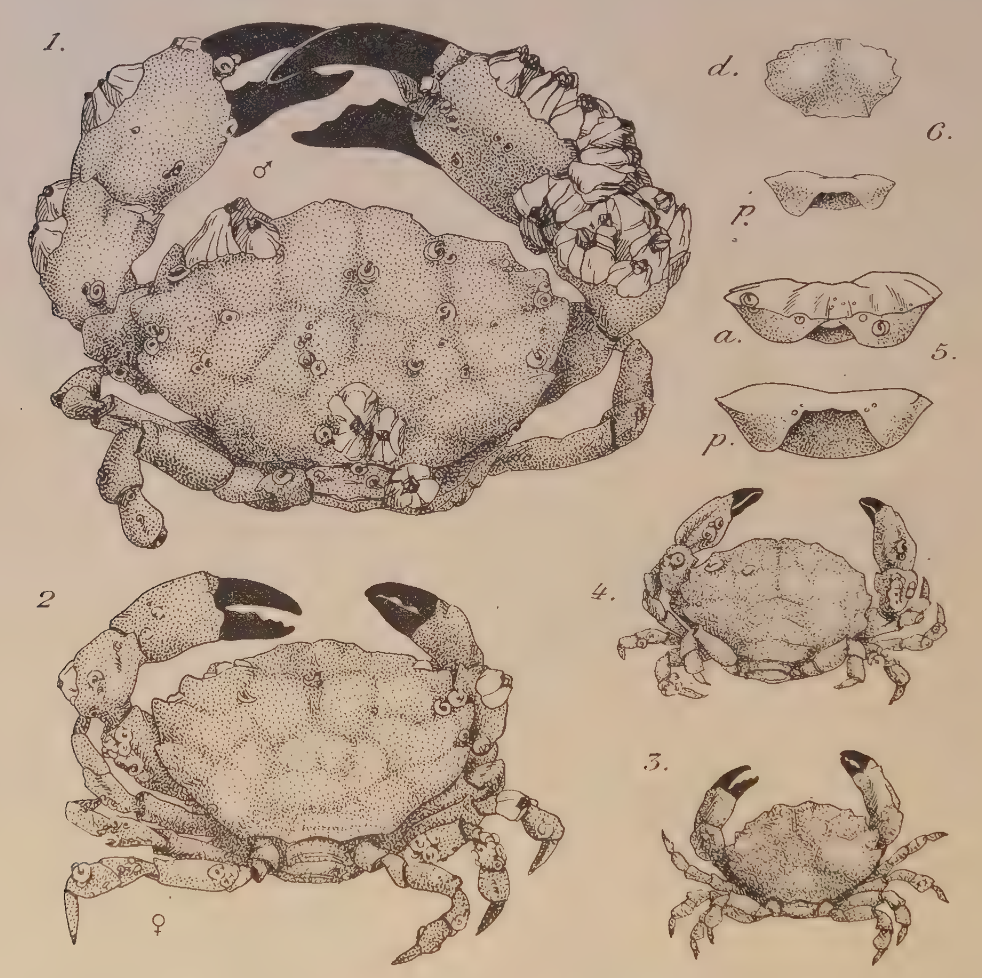
En résumé, des macérations dans l'eau distillée stérile de certains microbes du groupe du *B. subtilis* s'acidifient rapidement et fortement par suite de la production d'acide β-oxybutyrique, corps qui est éliminé fréquemment par l'organisme des animaux supérieurs et souvent en quantité considérable.

ZOOLOGIE. — *Sur la mue des Crustacés Décapodes parasités par des Épicarides.* Note de M. Charles Pérez, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On sait que les Épicarides, en vivant aux dépens de leur hôte, déterminent chez celui-ci une débilitation intense : l'inhibition des mues de croissance et la castration sont, d'une manière classique, considérées comme les manifestations les plus ordinaires de cet épuisement causé par le parasite. De fait, lorsqu'on rencontre un Crabe qui, encore assez éloigné de la taille maxima de son espèce, a la carapace couverte d'épizoaires (Balanes, Bryozoaires, Spirorbes, Serpules, Moules, Anomies, Molgules,

([1]) *British Medical Journal*, 28 avril 1922, p. 674.

etc.), on peut être à peu près assuré d'avance qu'il est porteur d'un parasite (Épicaride ou Sacculine). La présence de divers organismes fixés, dont il est devenu le support, atteste que le Crabe n'a pas mué depuis un temps



Divers exemplaires de *Xantho floridus*, représentés en grandeur naturelle : 1. Mâle adulte. 2. Femelle adulte, tous deux porteurs de Balanes et de Spirorbes, bien qu'indemnes de parasites ; 3, 4. Deux femelles porteuses de Spirorbes, montrant la taille ordinaire des individus parasités; 5, 6. Carapaces de *Xantho*, à bosse unilatérale, gauche, bien qu'hébergeant deux parasites; *d*, vue dorsale; *a*, vue antérieure; *p*, vue postérieure.

assez long, nécessaire à leur croissance (Giard); elle signale en outre un certain état de cachexie qui, rendant le Crabe sédentaire et paresseux dans ses mouvements, a permis la première installation de ces organismes, qu'on ne rencontre pas, même à des stades jeunes, sur des Crabes sains de la

même taille. Ce fait peut s'observer particulièrement pour les Crabes qui ont par nature des mœurs casanières, comme les *Xantho* (*fig.* 3 et 4). Même chez eux d'ailleurs, beaucoup d'individus parasités ont la carapace parfaitement propre; et, par contre, les individus qui ont atteint la taille maxima de l'espèce et qui sont toujours indemnes de parasites, sont fréquemment couverts d'épizoaires, simple marque de leur âge avancé (*fig.* 1 et 2).

Il ne faudrait pas croire d'ailleurs que l'inhibition de la mue constitue, pour les hôtes des Épicarides, une règle absolue. J. Bonnier a signalé par exemple un *Portunus holsatus* Fabr. qui était sur le point de muer, bien que contenant une toute jeune femelle de *Portunion*. J'ai moi-même, à plusieurs reprises, dans la région de Roscoff, observé soit des *Porcellana longicornis* Pennant parasitées par des *Pleurocrypta porcellanæ* Hesse, soit des *Pilumnus hirtellus* L. parasités par des *Cancricepon elegans* Gd. et B., qui venaient tout juste de muer, ainsi qu'on en pouvait juger par la complète mollesse de leur carapace. Comme dans le cas précédent, il s'agissait d'hôtes hébergeant des parasites relativement jeunes, n'ayant pas encore effectué leur première ponte. Un *Eupagurus cuanensis* Thompson, porteur d'un *Athelges lorifera* Hesse adulte, a même mué en aquarium pendant la seconde nuit qui suivit sa capture. La mue s'effectua d'une façon tout à fait normale pour la région céphalo-thoracique; mais après la mue du telson et des uropodes, le Pagure n'était pas arrivé à se débarrasser complètement de la cuticule exuviée, sans doute en raison de ce fait que la mue ne s'était pas achevée sur les parties molles de l'abdomen.

La persistance des mues est sans doute la règle, au moins pendant toute la période où le parasite encore jeune grandit, sans soustraire à son hôte la nourriture abondante qui sera plus tard nécessaire à l'élaboration de ses propres œufs. C'est là, semble-t-il, le seul moyen de concevoir le mode de formation de ces bosses de la carapace branchiale, qui signalent souvent à l'extérieur la présence des Bopyriens. On comprendrait mal le soufflement progressif d'une loupe dans une carapace rigide; on s'explique au contraire qu'elle se produise en une fois au moment d'une mue. Lorsqu'il commence à occuper un volume assez considérable, le parasite, comprimé entre le corps même du thorax et la carapace branchiale de son hôte, doit exercer sur l'hypoderme en contact avec lui une action irritante; et l'on peut supposer qu'il en résulte une prolifération exagérée des cellules épithéliales; au moment de la mue, la région correspondante, temporairement libérée, prendra une forme d'équilibre et se boursouflera en une bosse éventuellement plus volumineuse que le parasite lui-même, réalisant d'avance une

logette, qui ne sera entièrement comblée que par la croissance ultérieure et la ponte du Bopyrien. Chez un *Pilumnus hirtellus* L. venant immédiatement de muer, il était manifeste que le *Cancricepon* ne remplissait pas complètement la bosse de la carapace.

Cette manière de voir me semble corroborée par des observations relatives au *Xantho floridus* Mont. Ce Crabe est fréquemment parasité, dans la région de Roscoff, par le *Cancricepon pilula* Gd. et B.; et assez souvent un même hôte porte simultanément deux parasites, un dans chaque cavité branchiale. Or en général un seul, plus volumineux et sans doute plus âgé, détermine une bosse extérieure, tandis que l'autre ne révèle sa présence par aucune anomalie de la carapace. Il est naturel d'admettre que le premier parasite installé a déterminé la formation d'une bosse, qui est devenue manifeste à l'occasion d'une mue. Ce premier parasite arrivant ensuite à l'état adulte et incubant ses propres pontes, a suffisamment épuisé son hôte pour supprimer dès lors toute mue ultérieure; un second parasite, installé après coup dans l'autre cavité branchiale, n'a plus pu provoquer aucune déformation.

ZOOLOGIE. — *Sur la sexualité d'un Hydraire*, Clava squamata. Note de M. **Boris Ephrussi**, présentée par M. F. Mesnil.

La littérature zoologique fournit en général peu d'indications sur l'époque de maturité sexuelle des animaux. En particulier ces renseignements font totalement défaut pour l'Hydraire gymnoblastique — *Clava squamata* Müller.

Aussi me paraît-il utile de publier quelques observations recueillies au cours d'un travail sur cette espèce.

Tout le matériel utilisé a été récolté à Pempoull (près de Roscoff) du mois de septembre 1921 au mois d'août 1922.

L'espèce, très abondante dans cette station sur les *Fucus*, s'est trouvée à maturité sexuelle pendant presque toute cette période, c'est-à-dire pendant près d'un an.

Il y a généralement une forte prédominance numérique des gonophores de l'un des deux sexes sur ceux de l'autre, l'avantage alternant, suivant l'époque, en faveur de l'un ou l'autre sexe, comme on s'en rendra compte par le Tableau suivant :

Époque de la récolte.		État des colonies.
1921.	Septembre	♂ et exceptionnellement ♀
»	Décembre	♀ » ♂
1922.	Janvier	♀ » ♂
»	Février	Pas de gonophores
»	Mars	♀ et ♂
»	Avril	♂ plus nombreux que les ♀
»	Juin	♂ et exceptionnellement ♀
»	Août	♀ plus nombreuses que les ♂

Il paraît assez difficile de comprendre ces alternatives successives si l'on attribue aux *Clava* les conditions de sexualité qui sont généralement connues pour la plupart des hydraires. C'est de règle en effet, chez ces animaux, que les sexes sont séparés en ce sens que sont du même sexe non seulement tous les gonophores portés par un même hydrante, mais encore tous ceux portés par les divers polypes constituant une colonie, c'est-à-dire nés les uns des autres par bourgeonnement à partir d'un premier individu issu de l'œuf. On considère généralement que les *Clava* obéissent à cette règle.

Faudrait-il alors admettre que les alternatives observées s'expliquent par le fait que successivement, au cours de diverses périodes de l'année, arrivent à la maturité sexuelle manifeste de nouvelles colonies qui étaient restées jusque-là à l'état asexué? Je ne le crois pas.

Je suis porté à conclure de mes observations que les colonies de *Clava* sont susceptibles de changer de sexe au cours des divers mois de l'année, la majorité d'entre elles manifestant, à une époque donnée, l'un des sexes qui devient alors dominant.

De fait, j'ai rencontré (d'une manière exceptionnelle, il est vrai) quelques colonies semblant hermaphrodites, et j'ai pu effectivement contrôler, d'une manière indiscutable, la continuité des hydrorhizes entre deux hydrantes porteurs de gonophores de sexes différents.

Les colonies, dont l'hermaphrodisme indiscutable a pu être constaté, doivent représenter précisément l'état de passage d'un sexe à l'autre; et s'il est peu fréquent de tomber sur un de ces cas, ce n'est point qu'ils constituent une anomalie effectivement rare de quelques individus, mais simplement une phase très transitoire et fugitive dans l'évolution normale de toutes les colonies. Pour beaucoup de colonies d'ailleurs, il semble que la période de transition d'un sexe à l'autre coïncide avec une suspension temporaire de la reproduction, les gonophores étant alors en très petit nombre, peu évolués, et ne permettant pas par suite de contrôler rapidement le sexe et de constater éventuellement l'hermaphrodisme.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L'immunité tissulaire dans les ectodermoses neurotropes (neurovaccine)*. Note de MM. C. **Levaditi** et S. **Nicolau**, présentée par M. Roux.

Des expériences réalisées avec la neurovaccine nous ont montré que l'immunité antivaccinale est essentiellement locale ([1]); chaque tissu devenu réfractaire se défend pour son propre compte par des moyens qui lui appartiennent. « Le premier contact avec le germe confère aux éléments cellulaires des propriétés nouvelles, en vertu desquelles ces éléments détruisent le virus avec une rapidité surprenante (en moins de *deux heures* pour le cerveau). Ces propriétés acquises sont transmissibles d'une génération cellulaire à l'autre; c'est ce qui assure l'état réfractaire plus ou moins durable de certains tissus, tels que la peau, dont l'épiderme se renouvelle sans cesse.»

Il s'ensuit qu'un système tissulaire qui se reproduit en peu de temps, perdra son immunité avant d'autres tissus à régénération lente ou nulle. Chez le même animal, les divers états réfractaires (celui de la peau, de la cornée, du cerveau, du testicule) n'évolueront pas de la même manière; tout dépendra de la vitesse avec laquelle le tissu intéressé se renouvellera. Ainsi, l'immunité cutanée devra cesser avant celle du névraxe; on sait, en effet, que l'épiderme se reproduit constamment et répare facilement ses lésions, alors que les aptitudes régénératrices du système nerveux sont des plus effacées, voire même nulles.

Cette conception du mécanisme de l'immunité antivaccinale est confirmée par les nouvelles expériences que nous rapportons dans la présente Note.

Technique. — Des lapins sont vaccinés avec la neurovaccine par voie cutanée. Après des intervalles variant entre 3 et 348 jours, on éprouve l'état réfractaire de l'encéphale, du revêtement cutané, de la cornée et du testicule, en injectant la neurovaccine dans le cerveau ($0^{cm^3},2$) et dans le testicule ($0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3}), ou en la déposant sur la peau et la cornée, préalablement scarifiées.

I. *Début de l'immunité.* — L'immunité cérébrale apparaît du 5ᵉ au 7ᵉ jour; il en est de même de l'état réfractaire du revêtement cutané et du testicule. Quant à la cornée, elle conserve indéfiniment sa sensibilité normale, malgré l'immunité absolue des autres segments de l'ectoderme (cf. Hückel et Paschen).

([1]) Levaditi et Nicolau, *Annales Pasteur*, t. 37, 1923, p. 1.

Expériences. — *a. Épreuve faite le* 3e *jour.* — Le *lapin* 28 P est inoculé par voie cutanée le 25 novembre 1922. Injection intracérébrale le 28 novembre. L'animal succombe le 8e jour d'encéphalite vaccinale.

b. Épreuve faite le 5e *jour.* — Le *lapin* 81 P est inoculé par voie cutanée (flanc droit) le 2 novembre 1922. Injection intracérébrale, cutanée (flanc gauche) et testiculaire, le 7 novembre. L'animal succombe d'encéphalite vaccinale le 4e jour, après avoir montré une éruption cutanée et une orchite typiques. Trois autres lapins se sont comportés de la même manière. Un quatrième animal, éprouvé lui aussi, le 5e jour (infection intracranienne), s'est montré immun.

c. Épreuve faite à partir du 6e *jour.* — Le *lapin* 43 V est inoculé par voie cutanée et cornéenne le 9 novembre 1922. Sept jours après, inoculation intracérébrale et cutanée. L'animal survit et ne montre aucune éruption sur la peau. Sept autres lapins, éprouvés le 8e jour (deux), le 36e, le 37e, le 48e, le 86e et le 90e jour se sont comportés de la même manière.

Ces expériences montrent que l'état réfractaire du névraxe, de la peau et du testicule débute simultanément dès le 6e ou le 7e jour, et, en général, se maintient, sans fléchir, pendant près de 3 mois. Seule la cornée fait exception : elle constitue un îlot constamment sensible de l'ectoderme proprement dit et de l'ectoderme invaginé (névraxe). Que se passe-t-il plus tard ?

II. A partir d'une date, variable suivant le degré de l'état réfractaire et suivant l'animal en expérience (de 100 à 300 jours, exceptionnellement avant), l'immunité cutanée fléchit, alors que le cerveau et le testicule conservent l'état réfractaire absolu (la cornée continue d'être sensible, à moins qu'elle n'ait été inoculée antérieurement).

Chez sept de nos animaux, éprouvés après 37, 74, 102, 169, 181, 178 et 231 jours, l'immunité cérébrale et testiculaire était parfaite, la sensibilité cornéenne était normale, alors que l'état réfractaire du revêtement cutané était devenu partiel ou faible. En effet, l'inoculation de la neurovaccine sur la peau épilée et rasée déterminait, chez eux, une réaction manifeste, variable dans son intensité, mais toujours présente. Cette réaction se traduisait par des stries papulo-pustuleuses ou des papulo-pustules avortées, guérissant plus vite que l'éruption vaccinale des lapins neufs.

Des inoculations successives, pratiquées sur le même animal, corroborent ces données.

Expérience.

Lapin 19 OM.	Première inoculat.	Ier essai : 19 jours.	IIe essai : 112 jours.	IIIe essai : 207 jours.	IVe essai : 348 jours.
Peau.....	15 mars 1922	Im. absolue	Im. absolue	Im. faible	Im. très faible
Cerveau..				Im. absolue	Im. absolue
Cornée[1].				Sensible	Im. faible
Testicule.				Im. presque complète	Im. absolue

Plusieurs autres expériences ont fourni des résultats analogues.

Conclusions. — L'ensemble de ces recherches confirme l'hypothèse d'après laquelle chaque tissu semble se vacciner par son propre compte et acquérir une immunité, pour ainsi dire, personnelle. Tous les systèmes tissulaires examinés, excepté la cornée, deviennent réfractaires au même moment, comme si les divers segments ectodermiques répondaient ensemble à l'excitation immunogène de l'antigène. Mais, plus tard, certains d'entre eux, particulièrement le revêtement cutané, perdent leur immunité, alors que d'autres, comme le névraxe et le testicule, la conservent intégralement. Tout se passe comme si les facultés de rénovation propres à chaque segment ectodermique jouaient un rôle effectif dans la disparition plus ou moins rapide de l'état réfractaire acquis. L'épiderme cutané, qui se renouvelle sans cesse, perd en effet plus vite son immunité que le névraxe, tissu dont les aptitudes régénératrices sont effacées ou nulles. Le testicule paraît se comporter comme le cerveau.

THÉRAPEUTIQUE. — *L'acide-éther monométhylorthophosphosalicylique.* Note [2] de M. **Émile Gautrelet**, présentée par M. Daniel Berthelot.

Lorsque l'on combine 3^{mol} d'acide-éther monométhylorthophosphorique

$$\left(PO\begin{cases}OH\\O.CH^3\\OH\end{cases}\right)$$

avec 3^{mol} de salicylate de sodium

$$C^6H^4\begin{cases}OH\\CO-ONa\end{cases}$$

---

[1] La cornée perd plus vite que le cerveau et la peau l'état réfractaire local.

[2] Séance du 4 juin 1923.

on obtient : 1^{mol} de phosphate trisodique

$$\left(PO\begin{cases}ONa\\ONa\\ONa\end{cases}\right);$$

1^{mol} de salicylate de méthyle

$$\left(C^6H^4\begin{cases}OH\\CO-O.CH^3\end{cases}\right)$$

et 2^{mol} d'un corps nouveau, l'acide-éther monométhylorthophosphosalicylique, de poids moléculaire 232, dont la conjonction d'éthérification peut se présenter, soit en position ortho-(1) relativement au radical salicylique

$$\left(C^6H^4\begin{cases}O-PO\begin{cases}OCH^3\\OH\end{cases}\\CO-OH\end{cases}\right)$$

soit en position méta-(2), relativement toujours au radical salicylique

$$\left(C^6H^4\begin{cases}OH\\CO-O-PO\begin{cases}O.CH^3\\OH\end{cases}\end{cases}\right),$$

selon la température réactionnelle; l'élévation de température favorisant d'ailleurs la prédominance de la saturation de la fonction orthophénolique de l'acide salicylique.

Ces deux isomères, tout en offrant une composition centésimale fondamentale identique (59,48 pour 100 en acide salicylique; 42,24 pour 100 en acide phosphorique; 13,79 pour 100 en alcool méthylique), n'offrent cependant pas des conditions physiques, ni des réactions chimiques absolument comparables.

Au point de vue physique, ils se présentent l'un et l'autre sous forme de cristaux incolores du système orthorhombique; mais tandis que l'isomère ortho les offre sous une forme trapue, l'isomère méta les présente en aiguilles très allongées; au point de vue physique, encore, ces cristaux, les uns et les autres très solubles dans l'alcool et dans l'éther, et à peine solubles dans l'eau (1 pour 400), sont fusibles à $+113°$ C. pour l'isomère ortho et à $+98°$ C. pour l'isomère méta.

Au point de vue chimique; si le bichromate de potassium et l'acide sulfurique donnent bien avec leurs solutums la coloration verte caractéristique des alcools; si le nitrosulfomolybdate d'ammoniaque donne bien à chaud avec leurs solutums la coloration jaune caractéristique de l'acide phospho-

rique; avec le perchlorure de fer en solution neutre, la coloration violette, caractéristique de la fonction phénolique de l'acide salicylique, est à peine sensible pour l'isomère ortho, tandis qu'elle est nette pour l'isomère méta.

Quoi qu'il en soit de ces deux points de vue physico-chimiques, au point de vue physiologique, l'action des deux isomères est identique.

D'une façon analogue à l'acide-éther acétylsalicylique, l'acide-éther monométhylortophospho salicylique est à la fois antipyrétique et analgésique; mais sa valeur analgésique est supérieure à celle de l'acide-éther acétylsalicylique et plus rapide également du fait du noyau méthyl, qu'il contient; de même qu'au lieu de déprimer le tonus cardiaque, il le relève en raison de son noyau phosphoré, organique, tonique à la fois pour le système nerveux en général et pour le système musculaire en particulier; sans que sa toxicité soit plus élevée, bien au contraire, la phosphorisation du noyau salicylique semblant au point de vue de la diminution toxhémique, correspondre à la sulfonation des phénols.

A 15h55m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 17 heures.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 22 mai 1923.)

Note de M. *Dumanois*, Sur l'utilisation d'un mélange alcool-pétrole lampant à haute teneur d'alcool :

Page 1450, avant-dernière ligne de la Note, *au lieu de* 40 pour 100, *lire* 20 pour 100.

Note de M. *L. Vegard*, Sur la constitution des couches supérieures de l'atmosphère :

Page 1489, ligne 15, *au lieu de* Le potentiel serait zéro, *lire* La force électrique serait zéro.